



**Protein och fiber i rödklöver
inverkan av skördetidpunkt och sort**

Nadeau, E.; Hallin, O.; Hansen, Hanne Helene; Arnesson, A.; Jansson, J.

Published in:
Konferensrapport

Publication date:
2014

Document version
Tidlig version også kaldet pre-print

Citation for published version (APA):
Nadeau, E., Hallin, O., Hansen, H. H., Arnesson, A., & Jansson, J. (2014). Protein och fiber i rödklöver: inverkan av skördetidpunkt och sort. In *Konferensrapport: Vallkonferens 2014* (pp. 85-88). Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi. Rapport No. 18



Vallkonferens 2014



**Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE)**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Crop Production Ecology**

**Rapport nr 18
Report No. 18**

Uppsala 2014



Vallkonferens 2014

Konferensrapport

*5–6 februari 2014
Uppsala, Sverige*

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE)

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Crop Production Ecology

Rapport nr 18
Report No. 18

Uppsala 2014

Publicerad av/Publisher:

Organisationskommittén för Vallkonferens 2014
Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtproduktionsekologi
Box 7043, 750 07 Uppsala
ISSN 1653-5375
ISBN 978-91-576-9200-9

Title in English: Proceedings of Forage Conference 2014

Referat:

Rapporten presenterar resultat från aktuell forskning kring såväl vallens odling och konservering som dess utnyttjande hos idisslare. Odlingsmaterialets produktion och näringsvärde behandlas med avseende på samodling, växtskydd, övervintring och olika skördestrategier. Vidare presenteras aktuella resultat från betesforskning och stallgödselutnyttjande i vall. Vallproteinets värde i foderstaten är i fokus. Goda exempel ges på hur man som lantbrukare kan trimma sin vallproduktion med inspiration från t.ex. Lean, Årets Vallmästare och ett nytt rådgivningsverktyg. Konferensen arrangerades av Institutionerna HUV, NJV och VPE vid SLU i samarbete med Växa Sverige, Hushållningssällskapen och LRF Mjolk.

Summary:

This conference report presents the results of current research on ley farming and conservation, and forage utilisation in ruminants. The production and nutritive value of species, varieties and mixed swards are reported, as are crop protection, persistence and different grazing, harvesting and fertilisation strategies, including manuring. Major emphasis is placed on the value of forage protein in the diet. Good examples are given of how farmers can streamline their grass production with inspiration from lean production, prizewinning forage producers and with a new advisory tool. The conference was organised by the Departments of Animal Nutrition and Management, Agricultural Research for Northern Sweden and Crop Production Ecology at SLU, in collaboration with Växa Sverige, the Swedish Rural Economy and Agricultural Societies and LRF Dairy Sweden.

Ämnesord: Vallodling, vallfoderkonservering, vallfoderutnyttjande, näringsvärde, vallfoderprotein, uthållighet, bete, skördestrategier, gödslingsstrategier, Lean production, ekonomi

Keywords: Forage production, forage conservation, forage utilisation, nutritive value, forage protein, ley persistence, grazing, cutting regimes, fertilisation regimes, Lean production, economics

Organisationskommitté/Organising Committee:

Gun Bernes, SLU, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap (NJV)
Jan Jansson, Hushållningssällskapen
Hans Lindberg, Växa Sverige
Nilla Nilsdotter-Linde, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE)
Rolf Spörndly, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)
Christian Swensson, LRF Mjolk/SLU

Redaktörer/Editors:

Nilla Nilsdotter-Linde, Gun Bernes, Marie Liljeholm, Rolf Spörndly

Omslagsteckning: Ellinor Spörndly-Nees

Tryckt hos/Printer:

SLU Service Repro
750 07 Uppsala, Sverige

Copyright © 2014 SLU.

De enskilda bidragen i denna publikation och eventuella felaktigheter i dem är författarnas ansvar.

Förord

Hösten 2012 väcktes tanken på att det var länge sedan vallfodret kom i fokus vid en nationell konferens. Det var Hans Lindberg, Växa Sverige som hade fått signaler om att det fanns ett intresse av detta. Han tog kontakt med Nilla Nilsdotter-Linde vid SLU:s institution för växtproduktionsekologi (VPE), som är väl förtrogen med forskningen inom vallområdet. Tillsammans med undertecknad från SLU:s institution för husdjurens utfodring och vård (HUV) började planer smidas, bland annat utifrån de projekt som beviljats finansiering av Stiftelsen Lantbruksforskning under senare år. Kontakt togs med SLU:s institution för norrländsk jordbruksvetenskap (NJV) som årligen arrangerar en grovfoderkonferens i Norrland och vi kom överens om att i år slå ihop dessa arrangemang. Gun Bernes ingår i organisationskommittén som representant för NJV och som arrangörsrepresentanter ingår även Christian Swensson (LRF Mjolk/SLU) och Jan Jansson (Hushållningssällskapet).

Vi enades snart om att det fanns ett antal aktuella frågor som vi ville ha svar på och började skissa på ett "önskeprogram". Genom positivt gensvar från de forskare som kommer och presenterar sina projekt har det blivit ett mycket omfattande och intressant program med 26 föredrag och 14 posterpresentationer.

En fråga fann vi emellertid inte riktigt besvarad bland befintliga projekt. Det var frågan om det verkligen lönar sig att ta många vallskördar. Man får ett högre näringsvärde i vallen, men vad blir avkastningen och vad kostar merarbetet? Med ekonomiskt stöd från LRF kunde vi beställa en utredning om detta som också kommer att presenteras. Att konferensen sammanfaller i tid med att Hushållningssällskapet presenterar sitt Grovfoderverktyg, där man sammanfattar och gör en syntes av kunskapen inom växtodling, foderkonservering och utfodring, kan nästan ses som kronan på verket. Inte bara forskare och rådgivare medverkar, utan vi får också lära oss hur man lyckas bli Årets Vallmästare.

Programmet omfattar såväl odlingen av vallen som utnyttjandet av den till idisslare. Vi hoppas att det ska stimulera till möten och vara givande för både växtodlings- och utfodringsintresserade. Att flera än vi tycker att ämnesvalet är aktuellt blev tydligt då konferensen blev fullbelagd långt före sista anmälningssdag och vi blev tvungna att avvisa många intresserade. Efter att ha lyckats byta lokal kan vi nu öppna portarna och hälsa alla intresserade av vallen välkomna till Vallkonferens 2014. Vi framför ett varmt tack till de organisationer och sponsorer som stöttar konferensen och som också medverkar som utställare.

Uppsala den 28 januari 2014

Organisationskommittén

/genom Rolf Spörndly

Innehåll

Föredrag

Vall till olika djurkategorier <i>R. Spörndly</i>	7
--	---

Stallgödsel till vall för bästa effekt

Nötflytgödsel och mineralgödsel till slåttervall – en fråga om strategi och teknik <i>E. Salomon, L. Rodhe, M. Sundberg och H. Oostra</i>	11
Surgörning av flytgödsel och biogödsel för bättre kväveutnyttjande <i>K. Gustafsson och S. Delin</i>	15
Flytgödsel till vall på hösten – fördelar och risker <i>C. Palmborg, L. Rodhe och S. Delin</i>	19
Minska risken för kväve- och fosforläckage i odlingssystem med spridning av nöt- och svinflytgödsel <i>H. Aronsson, J. Liu, G. Torstensson, E. Ekre och E. Salomon</i>	23

Fokusera rätt för trimmad vallproduktion

Systematisera ditt förbättringsarbete med inspiration från Lean <i>A. Rydberg, M. Melin, B. Sundström, K. Östergren och M. Berglund</i>	27
Årets Vallmästare 2014: Enkel vallkedja med hög målsättning för vallen <i>L. Karlsson</i>	31
Årets Vallmästare 2013: Noggrannhet i alla led och sinne för detaljer <i>L. Karlsson</i>	33
Årets Vallmästare 2009: Genomtänkta beslut och åtgärder i vallodlingen ger bättre ekonomi i mjölkproduktionen <i>L. Karlsson</i>	35

Odlingmaterial

Samarbete eller konkurrens i vallen? Är det smart att samodla? <i>B. Frankow-Lindberg</i>	37
Hur ska ett vallgräs se ut för att ha bra näringsvärde? <i>A.-M. Gustavsson</i>	43
Näringskvalitet i olika vallgräs <i>M.A. Halling och J. Jansson</i>	47

Breddat skördefenster – möjligheter och begränsningar <i>N. Nilsson-Linde, M.A. Halling och J. Jansson</i>	51
---	----

Rotröta påverkar uthålligheten hos vallbaljväxter <i>A.-C. Wallenhammar, N. Nilsson-Linde, J. Jansson och E. Stoltz</i>	55
--	----

Bete

Deltidsbete – en bra betesmodell för stall med automatisk mjölkning? <i>E. Spörndly, O. Guzhva, S. Andersson, N. Pavard och S. Le Goc</i>	59
--	----

Jämförelse av vallfröblandningar för fårbete <i>G. Bernes och K. Martinsson</i>	63
--	----

Stora leverflundran hos snäckor, får och nötkreatur <i>J. Höglund, A. Novobilský och K. Gustafsson</i>	67
---	----

Vallproteinets värde i foderstaten

Factors influencing the production value of forage protein <i>P. Huhtanen</i>	71
--	----

Mjolk på bara vall och spannmål <i>E. Spörndly och R. Spörndly</i>	77
---	----

Käringtand i vallen förbättrar proteinförsörjningen <i>T. Eriksson, N. Nilsson-Linde och J. Jansson</i>	81
--	----

Protein och fiber i rödklöver – inverkan av skördetidpunkt och sort <i>E. Nadeau, O. Hallin, W. Richardt, H. Hansen, A. Arnesson och J. Jansson</i>	85
--	----

Övervintring

Optimera skördestrategin i rajgräs <i>M.A. Halling</i>	89
---	----

Uthållighet hos olika vallgräs <i>M.A. Halling</i>	93
---	----

Foderkonservering

Effekter av korta inläggningsavbrott i plansilo <i>T. Pauly, M. Sundberg och R. Spörndly</i>	97
---	----

Mögelsvamp i vallfoder inplastat i balar <i>J. Schenck, C. Müller och R. Spörndly</i>	101
--	-----

Förluster vid ensilering <i>R. Spörndly</i>	105
--	-----

Skördestrategi och ekonomi

Två, tre eller fyra skördar av vallfoder per år – kostnader och fodervärde till kor <i>C. Gunnarsson, N. Nilsdotter-Linde och R. Spörndly</i>	109
--	-----

Grovfoderverktyget – lansering av ett webbaserat hjälpmedel för grovfoderproduktion <i>L. af Geijersstam och H. Hedström</i>	113
---	-----

Postrar

Ger kvävegödsling eller inblandning av rödklöver i vallen någon effekt på mjölkens fettsyrasammansättning? <i>K. Arvidsson, A.-M. Gustavsson, V. Fievez och K. Martinsson</i>	117
--	-----

Utvärdering av NorFor:s modell för skattning av konsumtionsförmåga hos växande ungnöt <i>A. Höjer, S. Krizsan, A. Huuskonen och P. Huhtanen</i>	121
--	-----

Klöverrikt ensilage som proteinfoder till mjölkraskalvar <i>B. Johansson, A. Hessle och K.-I. Kumm</i>	125
---	-----

Behöver vi veta hur mycket korna vill äta? <i>S.J. Krizsan, A. Sairanen, A. Höjer och P. Huhtanen</i>	129
--	-----

Sorter av rödklöver – er de tetraploide övervurderte? <i>L. Nesheim och A. Langerud</i>	133
--	-----

Kamp mot tramp – En utvärdering av bark och armeringsmatta för att förebygga trampsador i grindöppningar <i>H. Nilsson, E. Spörndly och E. Salomon</i>	137
---	-----

Billig och enkel bestämning av klöverhalt i vallförsök med hjälp av NIR-analys <i>A. Nyberg, B. Stenberg och J. Jansson</i>	139
--	-----

Lönsamhet inom ekologisk och konventionell mjölkproduktion med olika andelar ensilage av hög kvalitet i foderstaten <i>M. Patel, E. Wredle, E. Spörndly, J. Bertilsson och K.-I. Kumm</i>	143
--	-----

Kamp mot tramp – Etablering av vallar med fyra olika fröblandningar <i>E. Spörndly, E. Salomon, N. Adolfsson och N. Nilsdotter-Linde</i>	147
---	-----

Mineralnäringsämnen kan påverka angreppsgraden av rotröta i rödklöver <i>E. Stoltz och A.-C. Wallenhammar</i>	151
--	-----

Mögeltillväxt i hö under vinterlagring <i>M. Sundberg och G. Lundin</i>	155
Inverkan av grönmassans mekaniska bearbetning på ensilagekvaliteten <i>M. Sundberg och T. Pauly</i>	159
Kartläggning av den oförklarade delen i foderanalysen i vall- och helsädesgrödor <i>P. Udén</i>	163
Beräkningsunderlag för dimensionering av plansiloväggar <i>H. von Wachenfelt, C. Nilsson, G. Östergaard, A. Olofsson och M. Karlsson</i>	167

Vall till olika djurkategorier

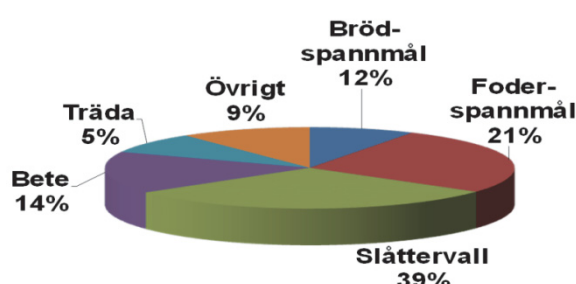
R. Spörndly

SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: rolf.sporndly@slu.se

Vallens betydelse som foder

Vallfoder, dvs. klöver, lusern, och örter av olika slag inblandat i våra gräsdominerade odlingsmarker är det i särklass vanligaste fodret som odlas i Sverige. Slåttervall och bete omfattar tillsammans 53 % av vår jordbruksmark. I figur 1 ser man att en stor del av övrig mark också utgörs av foderodling. Man kan konstatera att djuren har stor betydelse för det svenska lantbruket och det öppna landskapet.



Figur 1. På ca hälften av Sveriges jordbruksmark odlas vall och ca 75 % av jordbruksmarken används till foderodling (SCB, 2013).

Sverige är inte exceptionellt i detta avseende. Globalt odlas foder på 70 % av all jordbruksmark varav hälften är vall. Man räknar med att 60 % av all biomassa som odlas konsumeras av djur. Som en skugga över djurproduktionen ligger det faktum att animalieprodukterna bara utgör 13 % av energin i människlighetens föda och 25 % av proteinet. Å andra sidan är en stor del av arealen betesmarker som kanske inte kan användas till human matproduktion (Steinfeld, 2012). I en annan global genomgång av foderförbrukning och animalieproduktion konstaterar Bouwman (2005) man att de senaste decenniernas kraftiga produktionsökning av animaliska livsmedel framförallt har baserats på kraftfoder. Jordens ökande befolkning och drivmedelssektorns ökande konkurrens om majs och spannmål för produktion av biogas och etanol sätter stopp för denna utveckling. Slutsatsen är att om animaliska produkter även fortsättningsvis ska kunna utgöra en stor del av människornas kosthållning så måste den produceras av foder från gräsmarker. Då tillgången till ny mark för odling är begränsad innebär det att ökad gödsling, och kanske också bevattning, på gräsmarker krävs i framtiden (Bouwman, 2005).

De djur som framförallt äter foder från vall i Sverige är de idisslande mjölkarna, kvigorna, dikorna, köttjuren, fåren och getterna samt de icke idisslande gräsätarna, hästarna. De senare står för en betydande del av konsumtionen. Uppskattningar gör gällande att Sveriges 362 700 hästar konsumerar ca 1 ha var av slåtter och betesvall (Müller, 2013), vilket motsvarar ca 25 % av all sådan areal.

Även om vallfoder är det vanligaste och mest betydelsefulla fodermedlet till våra idisslare och hästar så är det dock inte oersättligt. På många andra platser på jorden producerar man både mjölk och kött med andra fiberkällor som basföda. Majsensilage och helsädesensilage är mycket vanligt. Även foderstater baserade på restprodukter från sockertillverkning praktiseras med framgång på många håll. Det är emellertid ofrånkomligt att vallen utgör den naturliga basen där våra

gräsätare under evolutionens gång har anpassat sig till lite olika nischer. De idisslande djuren har specialiserat sig på gräs och örter som är relativt lättsmält. Det de tar hjälp av bakterier och andra mikroorganismer i vommen för att smälta och utnyttja både energi och protein ur växterna på ett sätt som de enkelmagade gräsätarna inte är lika bra på. Ju mindre idisslaren är desto mer specialiserad på lättsmält foder tycks den vara. Får och getter betar mer selektivt än kor och sorterar ut och äter det mest lättsmält. Det klassiska exemplet är att se hur olika växtätare klarar sig under torrtiden på den torra savannen där gräset har passerat alla utvecklingsstadier och är nästan som gräsfröhalv, så kallat standing hay. Tamboskapen och de vilda idisslarna magrar av och har svårt att överleva torrperioden trots att gräset står högt och tätt. Zebror däremot, som är hästdjur och inte idisslare, lever på samma foder och är feta och välmående hela torrsäsongen på savannen. Det grova förvedade gräset stoppar upp i idisslarnas vom och måste idisslas flera gånger och innan det passerar vommen kan inte djuret äta mer. Hästdjur som endast har tillgång till grovt förvedat gräs med låg smältbarhet (och därmed lågt energivärde) kompenserar detta med att istället äta mer. De kan visserligen ta ut mindre energi från varje kg gräs än vad idisslaren kan, men de kan äta obegränsad mängd medan idisslaren svälter samtidigt som hon står upp till knäna i foder. Exemplet är en tydlig illustration till att hästens nisch är att kunna leva på grovt foder med låg smältbarhet och idisslaren har utvecklats för att äta ett mer lättsmält foder.

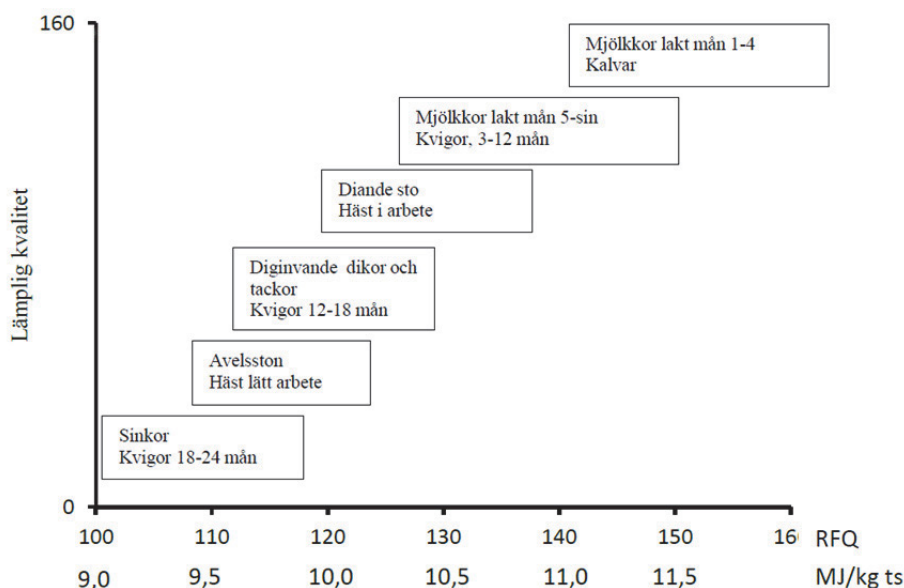
Anpassa kvaliteten till djuret

Vi kan använda kunskapen om olika djurarters behov och möjlighet att utnyttja olika kvaliteter av vallfoder. Även inom djurart kan vi styra olika kvaliteter av vallfoder till olika djurkategorier. Det starkaste styrmedlet vi har för att variera vallfodrets kvalitet, framför allt när det gäller fiberns smältbarhet, är skördetidpunkten där en senare skörd medför ett mer svårsmält foder med lägre energivärde och proteinhalt. Olika gräsarter och val av baljväxter ger möjlighet att påverka hastigheten med vilken fibersmältbarheten sjunker medan kvävegödsling av gräset eller ökande baljväxtandel kan öka proteinhalten.

Djur med hög förmåga till foderintag och samtidigt lågt behov av energiintag bör ges vallfoder som är sent skördat. Det ger den trefaldiga fördelen att 1) inte ge feta djur, 2) djuren kan utfodras med fri tilldelning och det 3) är vanligen det billigaste fodret att producera. Det är därför givet att till djur som i princip bara har underhållsbehov, t.ex. hästar som inte tävlar eller arbetar och låg-dräktiga di- och mjölkkor, lämpar sig ett sent skördat vallfoder med låg smältbarhet. Till mjölkkor under en stor del av medel- och låglaktation, till kvigor och stutar samt till icke digivande tackor lämpar sig ett vallfoder med medelhög smältbarhet. Till de högmjölkanande korna och till lamm och köttdjur med hög tillväxt passar ett tidigt skördat vallfoder med hög smältbarhet, högt energivärde och hög proteinhalt bäst.

Dessa riktlinjer är väl kända och allmänt accepterade. Men vilken metod använder man för att bedöma olika smältbarhet i vallfoder? Det bör ju vara en metod som bedömer både fodrets innehåll av smältbar energi och djurets konsumtionskapacitet av fodret. I USA har man i rådgivningen introducerat ”*relativ vallfoderkvalitet*”, RFQ (Relative Forage Quality), som är ett enkelt index för vallfodrets värde. Man använder TDN (Total Digestible Nutrients) som begrepp för näringsinnehållet och man beräknar $RFQ = (TDN \times DMI) / 1,23$ och får ett enkelt tal som uttrycker den relativa vallfoderkvaliteten. DMI i detta sammanhang utgörs av den beräknade intagspotentialen av det aktuella fodret. RFQ 100 är värdet för blommande lusern som är en vanlig standardgröda. Undersander (2011) och andra som varit med och utvecklat RFQ framhåller att indexet inte skall användas för att beräkna foderstater utan framförallt för att enkelt kunna gradera

och ranka olika vallfoderkvaliteter. Indexet kan användas t.ex. som i figur 2 där lämpliga vallfoderkvalitet rankas till olika djurslag och djurkategorier. I figuren har svenska värden för omsättbar energi per kg ts lagts in som jämförelse. Den svenska metoden att bestämma vallfodrets energivärde består i att man analyserar hur mycket av fodret som löser sig när det står i vomvätska (VOS) fyra dagar. Det ger en bild av hur mycket av fibern som löser sig och har utmärkt samband med iNDF, en faktor man mäter i NorFor och som är avgörande för bland annat foderintaget (Eriksson, 2010). Det gör att det svenska energivärdet fungerar relativt bra som ensam indikator för både energiinnehåll och det förväntade foderintaget. VOS-värdet speglar ju framförallt idisslarens förmåga äta och smälta fodret men används också för värdering av foder till hästar.



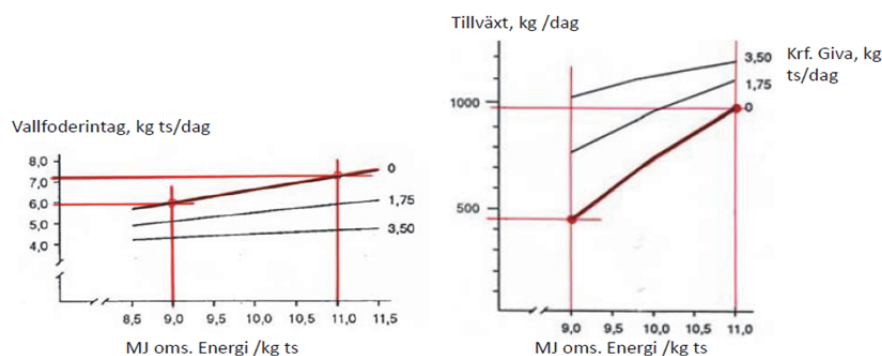
Figur 2. Relativ vallfoderkvalitet (RFQ) respektive omsättbar energi passande för olika djurkategorier (Hancock, 2011).

I Sverige tillämpar vi inte samma fodervärdering som i USA och har därför svårt att beräkna ett index för relativ vallfoderkvalitet med användande av t.ex. TDN. Man skulle kunna skapa ett index liknande det som används i USA genom att använda värden för smältbar organisk substans kombinerat med iNDF och NDF som är de värden som bäst beskriver vilken intagspotential fodret har. Det skulle förbättra jämförelsen, speciellt mellan olika vallfoder med olika baljväxtandelar. Klöver och lucern har en hög intagspotential trots ett lägre energivärde jämfört med gräs. Baljväxterna har en lägre NDF-halt och dess fiber bryts ner snabbt vilket leder till högt foderintag, men fibern bryts inte ner i samma höga utsträckning som gräsets och ger därmed lite lägre energivärde.

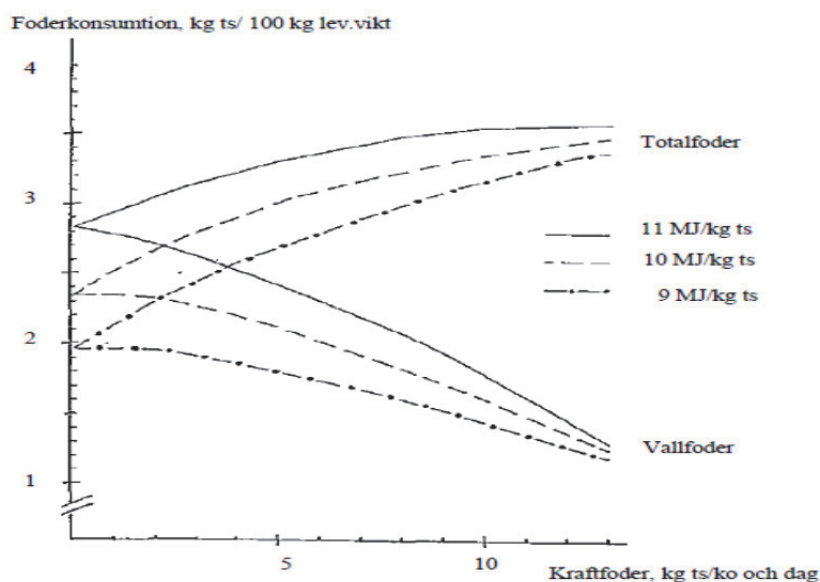
Betydelsen av rätt kvalitet

Ett vallfoder med högre smältbarhet innehåller mer omsättbar energi per kg ts och leder till att djuret kan äta mer av fodret. Det ger en dubbel effekt som kan åskådliggöras genom att betrakta tillväxten hos mjölkrastjurar. I figur 3 kan man se hur intaget ökar från 6,0 till 7,2 kg ts/dag om de utfodras endast med gräsensilage. Det medför att energiintaget ökar från 54 till 79 MJ/dag och tillväxten ökar från 0,45 till 0,98 kg per dag. En ökning med 25 % av energivärdet i ensilaget gav en 50-procentig ökning av energiintaget per dag och en 100-procentig ökning av tillväxten. Fodereffektiviteten ökar också genom att energibehovet per kg tillväxt blir 33 % mindre. En

ytterligare illustration till betydelsen av vallfodrets energikoncentration illustreras i figur 3 där effekten av olika energikoncentration mjölkornas foderintag åskådliggörs. Notera hur skillnaden i intag av olika vallfoderkvalitet beror av mängden kraftfoder i foderstaten.



Figur 3. Vallfoderintag av gräsensilage med olika energivärden vid olika kraftfodergivor till 350 kg tjurar av mjölkoras (till vänster) och deras tillväxt i levandevikt per dag (till höger) (Bertilsson och Norrman, 1990).



Figur 4. Foderintag hos mjölkkor vid olika vallfoderkvaliteter och kraftfodergivor (Bertilsson och Norrman, 1990).

Referenser

- Bertilsson J. och Norrman, E. (1990) Mjölkornas foderstater och Vallfodret i köttjurens foderstater. I: C. Belotti. Vallboken. Sveriges lantbruksuniversitet. Speciella skrifter 40. Uppsala, 39–46 och 53–58.
- Bouwman A.F., Van der Hoek K.W., Eickhout B. och Soenar I. (2005) *Agricultural systems* 84, 121–153.
- Hancock D. (2011) Using Relative Forage Quality to Categorize Hay. University of Georgia Cooperative Extension. <http://www.caes.uga.edu/commodities/fieldcrops/forages/pubs/RFQcategorization.pdf>
- Eriksson T. (2010) *In-vitro* methods for indigestible Nutrient Detergent Fiber (iNDF). Proceedings of the 1st Nordic Feed Science Conference. SLU. Inst. för HUV. Report 274, 41–45.
- Müller C. (2013) En häst är inte en ko – våra nya grovfoderkonsumenter har sina egna behov. Docentföreläsning vid fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap, SLU, 2013-10-31.
- Steinfeld H. (2012) Livestock and human needs – past, present and future. Lectures of the honorary doctors. SLU. 2012-10-05. http://spectare.ucl.slu.se/adm/komm/2012/hedersdoktorer/henning_steinfeld.html
- SCB (2013) Jordbruksstatistisk årsbok. Statistiska Centralbyrån. Sverige.
- Undersander D. och Moore J. (2002) Relative Forage Quality (RFQ). Indexing legumes and grasses for forage quality. University of Wisconsin Extension. <http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/rfq.htm>

Nötflytgödsel och mineralgödsel till slåttervall – en fråga om strategi och teknik

E. Salomon, L. Rodhe, M. Sundberg och H. Oostra

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala

Korrespondens: eva.salomon@jti.se

Sammanfattning

Syftet var att identifiera gödslingsstrategier som kan ge låga ammoniakförluster, hög skörd och ett högt kväveutbyte. Studierna gjordes med flytgödsel på gräsvall i ett treskördesystem. I det treåriga fältförsöket spreds 80 kg mineralgödselkväve (min-N) per hektar på våren eller efter första skörd i kombination med 30 ton flytgödsel/ha på våren eller efter första skörd. En behandling med 110 kg min-N/ha på våren och 15 ton flytgödsel/ha efter första skörd ingick också samt ogödslad behandling och en kvävestege. Flytgödseln bandspreddes på vallen och år 2 och 3 ingick även öppen ytmyllning som spridningsteknik efter första skörd. Ammoniakavgången mättes vid spridningen efter första skörd. Öppen ytmyllning av flytgödseln minskade ammoniakavgången med mer än hälften, jämfört med bandspridning. Den lägre ammoniakavgången efter ytmyllning gav dock ingen signifikant högre andra skörd. En relativt måttlig tillförsel av växttillgängligt kväve, totalt cirka 140 kg/ha i ett treskördesystem, gav en signifikant högre totalskörd oavsett gödslingsstrategi, jämfört med ogödslat. Kväveutbytet vid den kombinerade gödningen med mineral- och flytgödsel var i genomsnitt 5 procentenheter lägre än då motsvarande mängd kväve tillfördes med endast mineralgödselkväve.

Introduktion

Jordbruksverkets kvävegödslingsrekommendationer för slåttervall grundas på ett relativt ålderstiget och litet försöksmaterial. För att kunna utveckla gödslingsstrategier som ger hög skörd och högt kväveutbyte behövs mer kunskap om slåttervallens kvävebehov, nötflytgödselns kväveleverans, vilka mängder som ska spridas och vilken tidpunkt som är lämplig. Också gödselns placering, spridningsteknik och ammoniakförluster från flytgödseln kan påverka skörd och kväveutbyte. Syftet med detta projekt, finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning, var att identifiera gödslingsstrategier, inklusive spridningstekniker, som kan ge låga ammoniakförluster, hög skörd och ett högt kväveutbyte vid tillförsel av nötflytgödsel och mineralgödselkväve till gräsvall i ett treskördesystem (Salomon *et al.*, 2014).

Material och metoder

Fältförsöket var beläget nordost om Uppsala på en mjölkfogård, som också bidrog med flytgödsel till fältförsöket. Våren 2009 såddes en vall in med en gräsfröblandning av 25 % engelskt rajgräs, 45 % timotej och 30 % ängssvingel. Matjorden i fältförsöket klassificerades som en mullrik styv lera. Under fältförsöket var år 2010 något varmare än normalt i juli och augusti, medan säsongen som helhet var något blötare än normalt. Säsongen år 2011 var något varmare än normalt och speciellt juli var torr. Säsongen år 2012 var blöt där speciellt juni och juli hade hög nederbörd jämfört med normalt. Nötflytgödselns växtnäringssinnehåll analyserades före varje spridningstillfälle.

Fältförsöket var upplagt som ett fullständigt randomiserat blockförsök med fyra upprepningar. För att kunna jämföra flytgödselns direkta kväveverkan på skörden med motsvarande mängd kväve tillfört med mineralgödsel inkluderades en icke gödslad behandling samt en kvävestege med stigande mängd tillfört mineralgödselkväve (tabell 1). Verklig mängd tillfört kväve med nötflytgödsel har dokumenterats och använts i beräkningar av kväveutbyte samt andel kväve förlorat som ammoniak.

Tabell 1. Fältplan med behandlingar och planerade hektargivor

Behandling*	Giva till 1:a skörd/ha	Giva till 2:a skörd/ha	Planerad NH ₄ -N giva/ha
K	Ogödslat	Ogödslat	0
M 80/60	80 kg min-N	60 kg min-N + 113 kg K	140
M 110/30	110 kg min-N	30 kg min-N + 113 kg K	140
M 115/95	115 kg min-N	95 kg min-N + 113 kg K	210
MFb 80/60	80 kg min-N	30 ton nötflyt	140
MFb 110/30	110 kg min-N	15 ton nötflyt + 57 kg K	140
MFy 80/60	80 kg min-N	30 ton nötflyt/ha	140
FbM 60/80	30 ton nötflyt	80 kg min-N	140

*K = Ogödslat kontrollerad; M = Mineralgödsel; F = Flytgödsel; b = bandspridning; y = ytmyllning; XX/XX = NH₄-N-giva till 1:a skörd/giva till 2:a skörd.

Nötflytgödsel spreds vid tiden för vårbruk eller direkt efter första skörd. I en av behandlingarna MFy 80/60 ytmyllades dessutom nötflytgödseln efter första skörd år 2011 och 2012 (tabell 1). Under år 2010 (Vall I) bandspreddes däremot nötflytgödseln i alla behandlingar där nötflytgödsel ingick. Orsaken var att tekniken med täckt ytmyllning med tubulerarbill inte fungerade i den relativt nyetablerade vallgrödan och på den fuktiga mullrika jorden. JTI:s försöksspridare användes alla åren och var utrustad med doseringsutrustning och en 2 m bred spridningsramp. Vid bandspridning (c/c-avstånd 0,25 m) kördes aggregatet ca 10 cm ovan markytan. Vid myllning användes så kallad öppen ytmyllning där flytgödseln placerades i öppna V-formade skåror skapade av billar bestående av två vinklade skivor (c/c-avstånd 0,25 m). Vid 5 cm arbetsdjup skapas skåror som rymmer 25 till 30 ton flytgödsel per ha.

Ammoniakavgången mättes i tre block efter spridning av flytgödsel efter första skörd, i försöksleden MFb 80/60 samt MFy 80/60. Under år 2010 då flytgödseln bandspreddes även i rutorna MFy 80/60 mättes ammoniakavgången endast i rutorna MFb 80/60. Mätningarna utfördes med en mikrometeorologisk differensmetod. I varje ruta placerades provtagare slumpmässigt dels i två kyvetter för bestämning av jämviktskoncentrationen för ammoniak, dels i en hållare för bestämning av ammoniakkoncentrationen i omgivningen. Under de första fyra timmarna efter spridning exponerades provtagarna under två eller tre mätperioder i följd beroende på hur stor emissionen var. Därefter gjordes ett mätuppehåll under natten, då markytan i kyvetten acklimatiserade sig till omgivningen, följt av nya mätperioder. Totalt pågick mätningarna tills emissionerna avklingat, 60–70 timmar efter spridning. Ammoniakavgången mättes också från en ogödslad kontrollruta för att se om det fanns några bakgrundsemissioner från marken.

Vid varje skördetillfälle, totalt tre per år, togs rutvisa samlingsprover av grönmassa som sedan analyserades med avseende på torrsubstans- och råproteinhalt. Mängd färsk grönmassa bestämdes i samband med skörd.

Kväveutbytet för totalskörden på årsbasis beräknades för varje gödselbehandling. Kväveutbytet beräknas som kvoten mellan merskörden av kväve jämfört med ogödselbehandling och total mängd tillfört kväve i form av mineralgödselkväve och ammoniumkväve från nötflytgödsel.

Resultat och diskussion

Åren 2010 och 2011 uppmättes en ammoniakavgång på ca 31 kg kväve per ha efter bandspridning jämfört med 21 kg kväve per hektar år 2012 (tabell 2). Under 2011 minskade ammoniakavgången till cirka en tredjedel vid ytmyllning och år 2012 halverades ammoniakavgången vid ytmyllning jämfört med bandspridning.

Tabell 2. Spridning av flytgödsel till andra skörd, totalkväve och ammoniumkväve, uppmätt ammoniakavgång samt nettotillförsel av kväve

År	Led	Givor			Emissioner av NH ₃ -N			Nettotillförsel av N med flytgödsel	
		Ton /ha	Tot-N, kg/ha	NH ₄ -N, kg/ha	kg N/ha	% av Tot-N	% av NH ₄ -N	Tot-N, kg/ha	NH ₄ -N, kg/ha
2010	MFb 80/60	30	87	47,4	30,7	35,3	64,8	56,3	16,7
2011	MFb 80/60	24,4	92,7	64,4	30,7	33,1	47,6	62,0	33,7
2011	MFy 80/60	24,8	94,1	65,4	9,1	9,7	13,9	85,0	56,3
2012	MFb 80/60	30,3	109,2	48,5	21,3	19,6	44,0	87,8	27,2
2012	MFy 80/60	31,2	112,2	49,9	10,7	9,6	21,6	101,4	39,1

I fältförsöket fanns bara ett fåtal tydliga skillnader i skördenivå mellan de olika gödslingsstrategierna under de tre försöksåren. Det var dock signifikant lägre första skörd samt totalskörd i det ogödslade ledet jämfört med alla andra gödslingsstrategier (tabell 3).

Tabell 3. Skörd av torrsubstans, medelvärden tre år 2010–2012, ton/ha

Behandling*	Skörd 1	Skörd 2	Skörd 3	Totalt
K	4,8 a	2,1 a	1,7	8,6 a
M 80/60	5,6 b	3,2 b	1,9	10,7 b
M 110/30	5,7 b	3,1 bc	1,7	10,5 b
M 115/95	5,7 b	3,1 bd	1,9	10,7 b
MFb 80/60	5,9 b	2,9 cde	1,9	10,7 b
MFb 110/30	5,9 b	2,8 e	1,7	10,4 b
MFy 80/60	6,0 b	2,9 be	1,8	10,7 b
FbM 60/80	5,6 b	2,9 cde	1,7	10,1 b
LSD (Tukey)	0,51	0,29	0,30	0,79

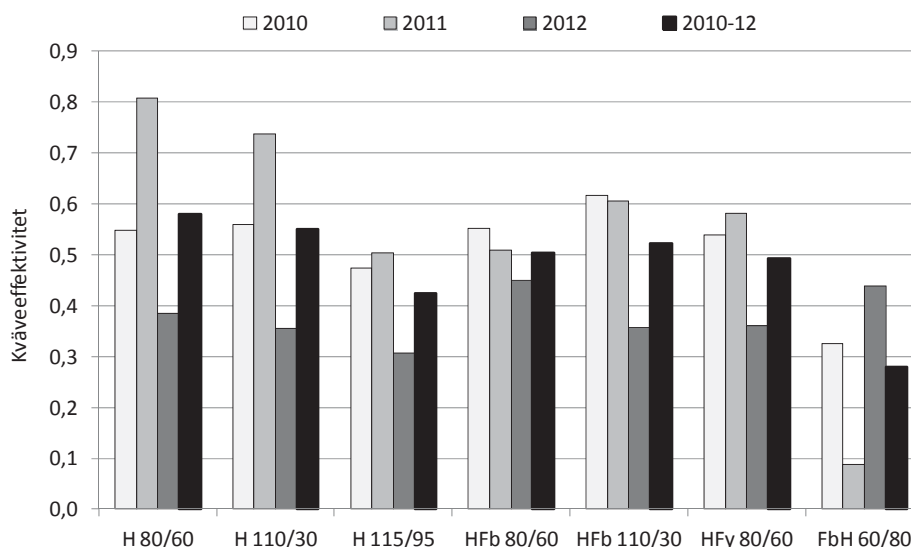
Värden med olika bokstav inom samma kolumn är signifikant skilda ($p < 0,05$).

*K = Ogödselkontroll; M = Mineralgödsel; F = Flytgödsel; b = bandspridning; y = ytmyllning;

XX/XX = NH₄-N-giva till 1:a skörd/ giva till 2:a skörd.

Det fanns ingen signifikant skillnad i andra skörd mellan de olika system där nötflytgödsel och mineralgödsel kombinerades. Skörd 3 gödslades inte utan representerar den efterverkan som blev efter säsongens tidigare gödslingar. Det fanns inga signifikanta skillnader i tredje skörd.

Överlag har torrsubstansskördarna varit höga, trots att fältförsöket legat i ett försommartorr område. I detta fältförsök var gräsvallen väletablerad i kombination med en mullrik lerjord som främjat en god rotutveckling och en god tillgång på växttillgängligt vatten. Gödsling med kväve via mineralgödsel och flytgödsel har överlag gett en signifikant skördeökning, jämfört med ogödslad behandling.



Figur 1. Kväveutbytet (Kväveeffektivitet) i försöksleden enskilda år och i medeltal för alla tre försöksåren, exklusive ammoniakavgång.

Det beräknade kväveutbytet varierade mellan gödslingsstrategierna och också mellan de tre åren, vilket visar att årsmånen har en stor påverkan på vallens kväveutnyttjande (figur 1). Tillförsel av totalt 140 kg kväve per ha, med olika givor mineralgödselkväve på våren samt 15 eller 30 ton/ha flytgödsel efter första skörd (MFb 80/60, MFb 110/30 samt MFy 80/60) gav ett genomsnittligt kväveutbyte på ca 50 % vilket kan jämföras med ett genomsnittligt kväveutbyte på ca 55 % då endast mineralgödselkväve tillförts i motsvarande mängd (M 80/60 samt M 110/30). Den ogödslade tredjeskörden har kvantifierat efterverkanseffekten då den utnyttjat restkväve efter tidigare gödslingar under säsongen. För behandlingar med mätning av ammoniakavgång år 2011 och år 2012 beräknades även kväveutbytet baserat på nettotillförseln av kväve i medeltal för dessa två försöksår. För led MFb var kväveutbytet 61 procent och för led MFy 52 % vid flytgödselgivan 30 ton/ha.

Referenser

Salomon E., Sundberg M., Rodhe L. och Oostra H. (2014) Kvävegödsling till slåttergräsvall med nötflytgödsel och mineralgödsel – Spridningsstrategier samt -teknik och påverkan på ammoniakavgång, skörd, kväveutbyte och spridningskostnader. *JTI-rapport Lantbruk & Industri* 416. www.jti.se

Surgörning av flytgödsel och biogödsel för bättre kväveutnyttjande

K. Gustafsson¹ och S. Delin²

¹Agroväst, Skara ²Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för mark och miljö, Skara

Korrespondens: kjell.gustafsson@agrovast.se

Sammanfattning

Surgörning av flyt- och biogödsel har på två försöksplatser i gräsvall med vardera två delskördar gett betydande skördeökningar beroende på minskad ammoniakavgång. Biogödsel gav normalt högre skördeökningar än flytgödsel beroende på lägre C/N-kvot. Genom att både röta och syra gödseln har mineralgödselvärdet ökat från ca 30 % till 70 % av gödselns totala kväveinnehåll. Lönsamheten beror på vilka nyttor som värderas och på om kvävekomplettering med snabbverkande mineralkväve är möjligt.

Introduktion

Det är väl känt att en sänkning av pH-värdet i flytgödsel och biogödsel (rörestgödsel) minskar mängden ammoniak och i stället behålls det växttillgängliga kvävet i form av ammonium. I Danmark finns nu väl utvecklade metoder för att genomföra detta i praktiken. Där finns metoder för att tillföra syra, vanligen koncentrerad svavelsyra, kontinuerligt i flytgödselbehållare (www.infarm.dk), momentant i samband med omrörning (www.oerum.com) eller doserat i samband med spridning (www.biocover.dk). I Danmark måste obehandlad flytgödsel spridas med myllningsaggregat i växande gröda och på vallbrott. Surgjord gödsel jämföras i Danmark med myllad gödsel, vilket är huvudanledningen till den tydliga danska utvecklingen av surgörningstekniken. I Sverige tillämpas surgörning med en blandning av svavel- och fosforsyra (Gylle Fresh) på ett antal gårdar i främst västra Skåne (www.foderspannmal.se).

Projektet går ut på att Sverige testa principen i den teknik som bygger på surgörning vid spridningstillfället. Det kan vara fördelaktigt att surgöra gödseln i ett tidigare skede. Vid surgörning i lagringsbrunn minskar risken för ammoniakavgång även under lagringen och även metanbildningen minskar. Oavsett var syratillsättning görs är det av mycket stort intresse att studera pH-sänkningens påverkan på grödornas kväveutnyttjande.

Under 2013 har de första svenska växtodlingsförsöken med surgjord gödsel studerats i västra Sverige. Detta har gjorts i ett Agrovästprojekt som finansierats av Sparbanksstiftelsen Skaraborg, Stiftelsen Lantbruksforskning, Nötkreatursstiftelsen Skaraborg och HS Sjuhärad. Genomförandet har gjorts i samarbete med SLU Skara med Lanna Försöksstation och Rådgivarna Sjuhärad.

Material och metoder

En på SLU:s försöksstation Lanna befintlig flytgödselspridare har använts. Spridaren har en 8 m bred ramp med 25 cm mellan spridarlangarna. Halva rampen används för att gödsla i försöksrutorna. Syratillsättningen har gjorts manuellt till tanken. Koncentrerad svavelsyra (96 %) har använts som surgörare. Flytgödsel och biogödsel har hämtats på Nötcenter Viken. I fältförsöken gödslades först leden utan syra och syratillförseln gjordes i halvfylld spridare. Detta förfarande innebär att säkerheten i jämförelsen mellan osyrade och syrade led är god under förutsättning att syratillförsel inte påverkar gödselns spridningsegenskaper och påverkar utspridd mängd.

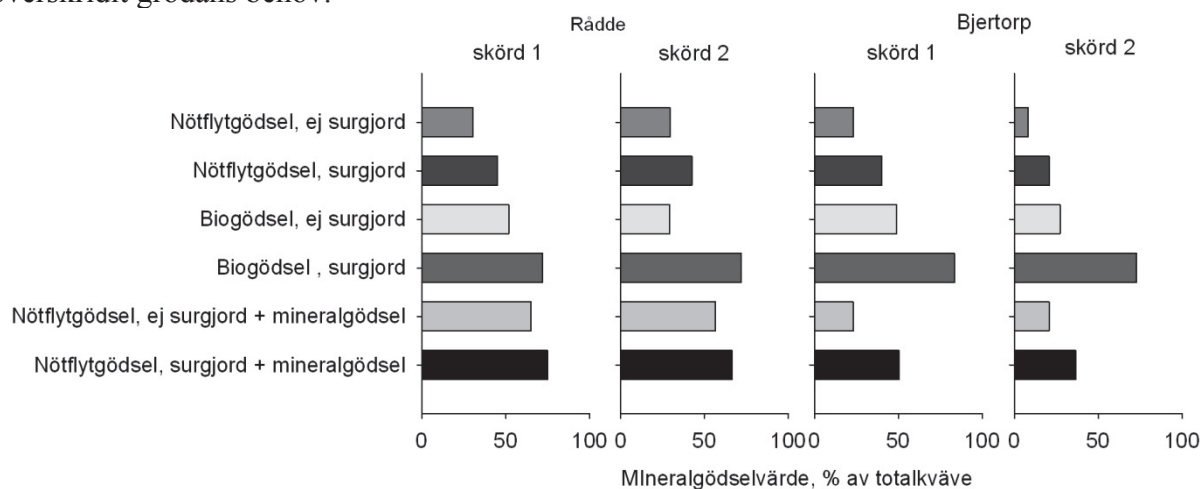
Upprepade pH-mätningar gjordes under surgörningen i spridaren. Svavelsyran tillfördes stegvis så att pH i den surgjorda gödseln sjönk till pH 6,0. Till nötflyt åtgick ca 3 l/m³ och till biogödsel 6–9 l/m³. Behovet är beroende av pH och gödselns buffrande egenskaper.

Försöken har genomförts på plats med närhet till väderstation (Lantmet-nätverket). Det innebär att vi har tillgång till bra väderdata vid och efter spridningstillfället. Genomgående gjordes spridningarna under tidpunkter med relativt hög risk för ammoniakavgång, detta för att testa syratillförselns effekter under väderbetingelser som är gynnsamma för ammoniakavgång. Ur andra aspekter är det ofta gynnsamt att sprida under torra förhållanden.

Effekten av surgörning har undersökts i två fältförsök i grödan gräsvall. Försöken har legat på Bjertorps Egendom och Rådde Försöksgård. Alla led gödslades med erforderliga mängder av P, K och S och mikronäring vid behov, så att kvävet skall vara den begränsande faktorn.

Resultat

Skördeeffekten av flytgödsel och biogödsel till gräsvall ökade väsentligt med surgjord gödsel i båda försöken, både till första (tabell 1) och andra (tabell 2) skörd. I leden med nötflytgödsel handlade skördeökningen om 400–500 kg ts/ha i första skörd och ca 100–250 kg vid andra skörd. För biogödsel blev skördeökningen 600–1100 kg/ha i första skörd och 250–750 kg/ha i andra skörd. Även i de led som fått både nötflytgödsel och Axan kunde man se stora skördeökningar i flera fall. Effekten där blir dock otydlig i de fall gödselgivan låg så pass högt att det eventuellt överskridit grödans behov.



Figur 1. Nötflytgödselns och biogödselns mineralgödselvärden med och utan surgörning, beräknat utifrån kväveskörd vid första skörd (led D, E, H, I) och andra skörd (led F, G, J, K) jämfört med responsen på kväveskörd av mineralgödsel (led A–C).

Mineralgödselvärdet var högre hos biogödsel än hos orötad flytgödsel i 3 av 4 delskördar (figur 1). Surgörning ökade mineralgödselvärdet hos både flytgödsel och biogödsel. Då dessa surgjorts har alltid biogödsel ett högre mineralgödselvärde. Då samma sorts flytgödsel använts som substrat i biogasanläggningen, kan man dra slutsatsen att mineralgödselvärdet ökar genom att röta det. Att det inte alltid har bättre värde i osyrad form (men dock i syrad form) kan bero på högre ammoniakförluster till följd av högre pH och ammoniuminnehåll. Genom att både röta och syra gödseln har mineralgödselvärdet ökat från ca 30 % till 70 % av gödselns totala kväveinnehåll, således mer än en fördubbling.

Tabell 1. Torrsubstansskörd och kväveskörd vid första skördetillfället i försöken på Bjertorp och Rådde

Led	Syra	Gödselmedel	Mängd kgN/ha	Rådde		Bjertorp	
				Ts-skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha	Ts-skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha
A		Inget N	0	964	14	1320	14
B		Axan	60	3209	56	3640	49
C		Axan	100	3754	95	4250	71
D		Nötflytgödsel	45 ¹ ,54 ²	1929	33	2230	26
E	x	Nötflytgödsel	45 ¹ ,54 ²	2318	46	2740	35
F		Axan	60	3153	60	3490	49
G		Axan	60	3177	57	3460	48
H		Biogödsel	57 ¹ ,66 ²	2626	48	3380	40
I	x	Biogödsel	57 ¹ ,66 ²	3215	67	4520	59
J		Axan	60	3168	61	3460	52
K		Axan	60	3208	61	3600	46
L		Nötflyt + Axan	45 ¹ ,54 ² +40	2983	60	3530	49
M	x	Nötflyt + Axan	45 ¹ ,54 ² +40	3260	77	4270	63
LSD				160		440	

¹NH₄-N Bjertorp ²NH₄-N Rådde.

Tabell 2. Torrsubstansskörd och kväveskörd vid andra skördetillfället i försöken på Bjertorp och Rådde

Led	Syra	Gödselmedel	Mängd kgN/ha	Rådde		Bjertorp	
				Ts-Skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha	Ts-skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha
A		Inget N	0	875	23	450	5
B		Axan	50	1976	29	1010	19
C		Axan	80	2750	58	1210	27
D		Axan	50	2382	39	880	14
E		Axan	50	2453	41	1080	18
F		Nötflytgödsel	45 ¹ /50 ²	1407	24	500	7
G	x	Nötflytgödsel	45 ¹ /50 ²	1649	32	620	10
H		Axan	50	2449	42	930	18
I		Axan	50	2189	38	1150	23
J		Biogödsel	53 ¹ /50 ²	1386	22	770	12
K	x	Biogödsel	53 ¹ /50 ²	2155	41	1020	22
L		Nötflyt + Axan	45 ¹ /50 ² +30	2176	41	980	18
M	x	Nötflyt + Axan	45 ¹ /50 ² +30	2404	49	1000	22
LSD				240		250	

¹NH₄-N Bjertorp ²NH₄-N Rådde.

Diskussion

Mineralgödselvärdet har som visats ovan mer än fördubblats genom rötning och surgörning. Surgörning ökade mineralgödselvärdet hos både flytgödsel och biogödsel. Då dessa surgjorts har alltid biogödsel ett högre mineralgödselvärde. Då samma sorts flytgödsel använts som substrat i

biogasanläggningen, kan man dra slutsatsen att mineralgödselvärdet ökar genom att röta det. Att det inte alltid har bättre värde i osyrad form (med dock i syrad form) kan bero på högre ammoniakförluster till följd av högre pH och ammoniuminnehåll. Genom att både röta och syra gödseln har mineralgödselvärdet ökat från ca 30 % till 70 % av gödselns totala kväveinnehåll.

Det behövs mer försöksresultat, ett tydligt marknadspris på syra och information om vad det kostar att tillföra den kan vi inte göra en säker kalkyl. Frågan är också vilka nyttor som ska värderas. Om man kompenserar ammoniakförluster med mera mineralkväve, då uppstår ju ingen skördepåverkan. Andra nyttor är mindre lukt, mindre kvävedeposition där den förlorade ammoniaken hamnar och påverkan på växthuseffekten. Beräkningar från försöken visar att rötning höjde värdet mellan nötflyt och biogödsel med drygt 6 kr/m³. Om syran kostar 2 kr/m³ och mineralgödsel-N kostar 9 kr/kg N så är det mer lönsamt att kompletteringsgödsla än att surgöra. Detta gäller såväl flytgödsel som biogödsel. Om någon kvävekomplettering inte görs och vallskörden värderas till 1 kr/kg ts så täcker halva skördeökningen i såväl flytgödsel som biogödsel syrakostnaden. I detta läge finns utrymme för att även täcka teknikkostnad för syratillförsel. Att utnyttja kvävet i stallgödsel och biogödsel är synnerligen angeläget både för lantbrukarnas ekonomi och för miljön. I nuläget förloras mycket stora värden då betydande delar av kvävet i flytgödsel och biogödsel avdunstar som ammoniak i samband med spridningen. Det borde vara speciellt intressant för ekologisk odling där värdet av en viss skördeökning är högre och där kvävekomplettering med snabbverkande mineralgödselkväve inte är möjligt. Surgörning med svavelsyra är i dagsläget dock inte godkänt i ekologisk odling.

Det förfaringssätt vi använt i projektet är mycket olämpligt att tillämpa i praktiken. Det finns stora risker för syrastänk och det kan bli en kraftig värmeutveckling och skumbildning vid tillsättandet. Vi var tvungna att vid några tillfällen dämpa skumbildningen genom att tillsätta skumdämpningsmedel. I till de ovan hänvisade danska metoderna har man löst problemet med besvärande skumbildning men då vårt projekt har syftet att i fältförsök studera effekterna var vi av tekniska och ekonomiska skäl tvingade att tillämpa en förenklad teknik.

Referenser

BioCover (2012). SyreN. Produktinformation om SyreN-tekniken.

Gustafsson K. (2012) Utveckling av online-analys av växtnäringssinnehåll i flytgödsel och rötrester. Evalueringsrapport BioM-projektet.

Kai P., Pedersen P., Jensen J.E., Hansen M.N. och Sommer S.G. (2008) A whole-farm assessment of the efficacy of slurry acidification in reducing ammonia emissions. *Europ. J. Agronomy* 28 148–154.

Nyord T., Søgaard H.T., Hansen M.N. och Jensen L.S. (2008) Injection methods to reduce ammonia emission from volatile liquid fertilisers applied to growing crops. *Biosystems Engineering* 100, 235–244.

Nyord T. (2011) Acidification of animal slurry and succeeding effect on ammonia emission following land spreading. *NJF Report* Vol 7 No 8, 59–60. NJF Seminar 443. Falköping.

Nyord T. och Kristensen K. (2011) Analyse af ammoniakemission efter udspreddning af svinegylle med 4 forskellige pH værdier. Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, *Notat*.
http://pure.au.dk/portal/files/34731049/Notat_om_forsuret_gylle.pdf

Pedersen J. B. (2011) Syren-behandlet svinegylle til vinterhvede. Videncentret for Landbrug. Oversigt over Landsforsøgene 243–244.

Rodhe L., Mathisen B., Wikberg A. och Malgeryd J. (2005) Tillsatsmedel för flytgödsel – litteraturöversikt och utveckling av testmetod. *JTI-rapport* 333.

SCB (2012) Gödselmedel i jordbruket 2010/11. *Statistiska meddelanden* MI 30 SM 1203.

Flytgödsel till vall på hösten – fördelar och risker

C. Palmberg¹, L. Rodhe² och S. Delin³

¹Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

²JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala

³Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för mark och miljö, Skara

Korrespondens: cecilia.palmberg@slu.se

Sammanfattning

Vi har studerat höstspredning av nötflytgödsel till gräsvallar i Umeå i Västerbotten och till gräsvallar och blandvallar i Skara i Västergötland. Spridning vid två tillfällen på hösten jämfördes med vårspridning. I Skara var det inga skillnader i skörd och kvalitet mellan olika spridningstidpunkter. I Umeå var skördeökningarna små både efter vårspridning och efter höstspredning. Alla spridningstillfällen gav ökad skörd, men bara vårspridning gav ökad kvävehalt i gräset. Detta kunde förklaras av en hög ammoniakavgång vid uppehållsväder. Vid kraftigt regn kan kvävet istället ha försvunnit med ytavrinning. I Skara uppmättes förhöjda halter av mineralkväve i alven efter både tidig och sen höstspredning. Detta avspeglades i förhöjd kväveutlakning efter höstspredning. I Umeå var det bara måttligt förhöjda halter av ammonium och nitrat i jorden. En studie av upptag av ¹⁵N-inmärkt ammoniumkväve från stallgödseln i Umeå visade att växterna tog upp lika stor andel av kvävet på hösten som på våren, men på hösten lagrades det mesta i rötterna. Våren därpå användes det kvävet till tillväxt av gräsbiomassa. Fördelar med höstspredning är att marken ofta är torrare än på våren och har bättre bärighet. Man kan också sprida under en längre tid och har därmed större chans att välja en lämplig tidpunkt då ammoniakavdunstningen är liten. Det finns dock en förhöjd risk för både ytavrinning och utlakning av nitrat på hösten, både vid tidig och sen höstspredning.

Introduktion

Vallen behöver mycket kalium, K, ett näringsämne som måste tillföras varje år. Eftersom flytgödsel innehåller mycket K är det lämpligt att ge flytgödsel till vallar. Emellertid brukar inte flytgödselspridning ge någon större skördeökning i vallar. Kväve är i allmänhet det begränsande näringsämnet vid odling av vallgräs. Det växttillgängliga kvävet i flytgödsel, ammonium, avgår lätt som ammoniak eftersom flytgödseln kan ha svårt att infiltrera ned i jorden när det är mycket gräs, både levande och dött på markytan. Enligt EU:s regler för nitratkänsliga områden får flytgödsel till vall spridas senast den 31 oktober i Sverige. Det fanns dock inget experimentellt underlag för att välja just detta datum, varför spridning före och efter den tidpunkten studerades i Skara. I Norrland är det ofta för fuktigt i marken för att man ska kunna sprida flytgödsel på våren. Tidigare studier med höstspredning i Norrland har bara gett små skördeökningar (Ericson, 2002), och i Umeå studerades därför både ammoniakavgång och vart kvävet tar vägen i växterna.

Material och metoder

I Umeå genomfördes två experiment under 2007–2009 i gräsvall vid Röbbäcksdalens forskningsstation. Det första experimentet med start 2007 låg på mo-mjåla jord och det andra experimentet med start 2008 låg på måttligt mullhaltig sandjord. Flytgödsel motsvarande 25 m³/ha (35–50 kg

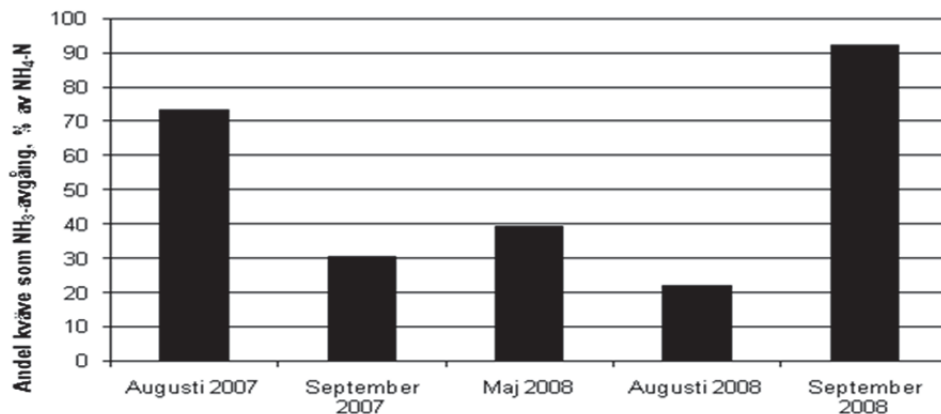
ammonium-N per ha) spreds med vattenkanna i band med 30 cm mellanrum för att efterlikna släpslangsspridning. Spridningen gjordes direkt efter andraskörd i mitten av augusti, fem veckor efter andraskörd i slutet på september och på våren i mitten av maj. Båda åren genomfördes ett produktionsexperiment med rutor som var 4 m * 10 m och ett ¹⁵N-inmärkningsexperiment med rutor som var 0,35 m * 0,35 m stora. I produktionsexperimentet mättes förutom torrsubstansskördar och näringsupptag (N, P, K, Mg och Ca) i två skördar också ammoniakavgång (Svensson, 1994) och ammonium- och nitratkväve i marken ned till 90 cm djup. I ¹⁵N-experimentet mättes innehållet av inmärkt kväve i grönmassa, stubb och rötter dels på senhösten (vid första skörd efter vårspridningen), dels efter andraskörd (Palmberg *et al.*, 2010).

På Götala utanför Skara i Västergötland studerades nitratutlakning efter spridning vid olika tidpunkter av nötflytgödsel till vall. Försöksplatsen har en måttligt mullhaltig grovmo. Försöken låg på ytor med sugceller installerade på 80 cm djup, vilket möjliggör provtagning av dräneringsvattnet för bestämning av nitrathalt. Undersökningarna skedde i två tvååriga försök där det ena startade hösten 2009 och det andra 2010. Båda försöken startade hösten efter insådd (inför första vallåret). Försöken hade fyra led, tre med olika spridningstidpunkter och ett där flytgödseln utbytts mot mineralgödsel som spreds på våren. Tidpunkterna för spridning av 35–45 m³ flytgödsel/ha (50–60 kg ammonium-N/ha) var tidig höst (15 september), sen höst (1 november) och vår (1–15 april). Leden var randomiserade i sju block, varav tre i gräsvall och fyra iblandvall. Vallen skördades tre gånger per säsong. Prover togs sent på hösten på växterna och marken för att avgöra hur kvävet från den tidiga höstspridningen fördelade sig. Nitratkoncentration mättes under perioder med avrinning. Koncentrationerna användes för beräkning av nitratutlakning.

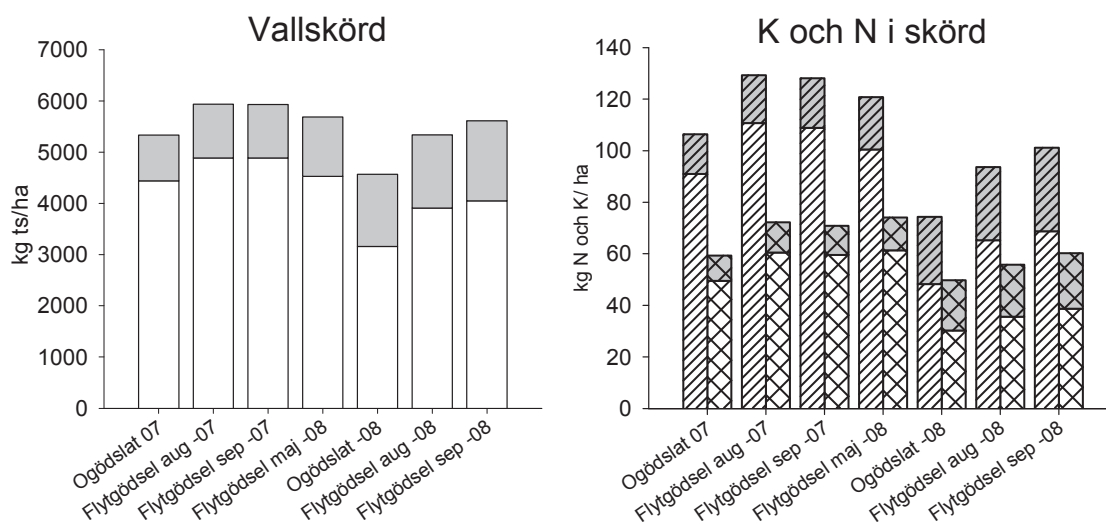
Resultat och diskussion

I Umeå berodde ammoniakavgångens storlek främst på det faktiska vädret och mindre på spridningstidpunkten. Ammoniakavgången varierade mellan 22 och 92 % av tillfört ammoniumkväve med flytgödsel (figur 1), vilket är i samma storlek som uppmäts i Närke och Uppland (Rodhe och Etana, 2003). I augusti 2007 och september 2008 var det torrt och blåsigt vilket gjorde att stor del av tillfört ammoniumkväve avgick som ammoniak, 72 respektive 92 %. I augusti 2008 regnade det kraftigt efter spridningen vilket hämmade ammoniakavgången som blev låg (22 % av tillfört NH₄-N) och en del av gödseln verkade dessutom ha spolats bort från ytorna på grund av det kraftiga regnet. Den relativt låga förlusten i september 2007 är troligen en följd av de låga nattetemperaturerna med frost, som förekom under de första dygnen efter spridning, när den största ammoniakavgången är att förvänta.

Vid alla gödslingstillfällena resulterade gödslingen i ökad skörd och större mängder N och K i skörden jämfört med den ogödslade kontrollen (figur 2). Kvävehalten i skörden var bara signifikant förhöjd efter vårgödsling men kaliumhalten var högre efter alla gödslingar. Skördenivåerna och kvävemängderna skilde sig inte nämnvärt mellan de olika gödslingarna. Inmärkning av stallgödseln visade att 30–40 % av ammoniumkvävet tagits upp av gräset och det var ingen signifikant skillnad mellan höstspridning och vårspridning. Däremot fanns det mesta av kvävet från vårspridningen i skörden, till skillnad från upptaget på hösten då mycket av kvävet lagrades i rötterna för att sedan användas året därpå. Markprovtagning visade bara måttligt förhöjda halter av ammonium och nitrat, dvs. risken för utlakning var liten.

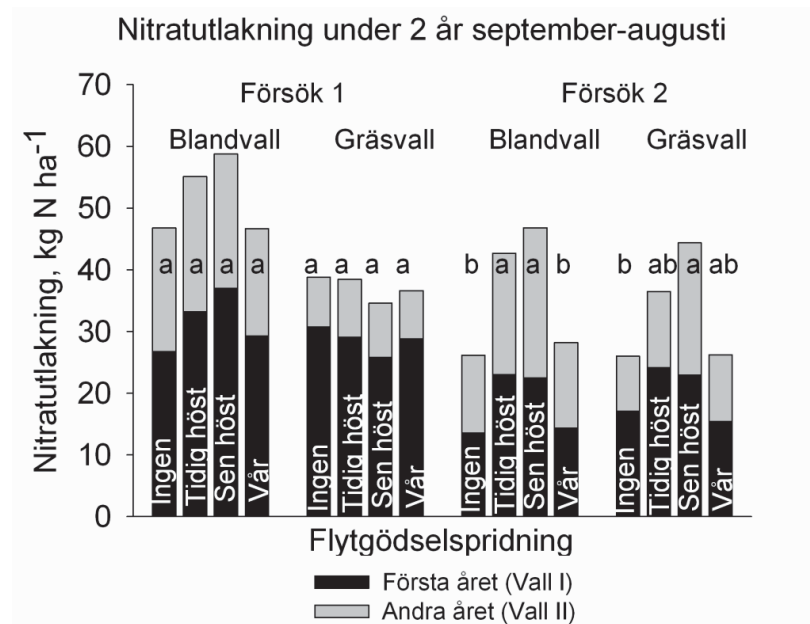


Figur 1. Andel av ammoniumkvävet som avdunstade under de första 3–4 dygnen efter spridning.



Figur 2. Torrsubstansskörd, kg ts/ha efter de olika flytgödselbehandlingarna i omönstrade staplar och den vänstra skalan. Den vita delen av staplarna motsvarar förstaskörd, den gråa motsvarar andraskörd. Kaliummängden i skörden representeras av snedrandiga staplar och kvävemängden av rutiga staplar.

På Götala blev det inga signifikanta skillnader i skörd eller kvalitet mellan led, utom sista året då vårgödsling gav högre skörd. Detta kunde dock relateras till en större flytgödselgiva i det ledet. Blandvallen avkastade totalt ca 11 000–14 000 kg ts/ha och år, medan gräsvallens skörd låg på 9 000–12 000 kg ts/ha och år. I det led som gödslats tidigt på hösten fanns 10–15 kg N/ha mer kväve i ovanjordisk gröda i blandvallen och ca 20 kg N/ha mer i gräsvallen. I samma led fanns det i medeltal 2,3 kg N/ha mer kväve i nivån 60–90 cm än i ledet utan stallgödsel. Även ledet med sen höstgödsling hade förhöjda mineralkvävenivåer i alven vid provtagning i april. I det första försöket, som hade en måttlig gödsling med flytgödsel första året, var det inga skillnader i utlakning i gräsvallen. Däremot fanns det en tendens till förhöjd utlakning efter höstgödsling i blandvallen, även om skillnaden inte var statistisk säker. I det andra försöket som konsekvent fått höga givor av flytgödsel, var utlakningen signifikant högre efter höstgödsling jämfört med vårgödsling. Det var däremot ingen tydlig skillnad i utlakning mellan tidig och sen höstspidning.



Figur 3. Utlakning i olika led i olika valltyper i de två försöken, där samma bokstav anger när det inte finns statistiskt signifikanta skillnader inom ett försök och valltyp.

Slutsatser

Höstspridning av flytgödsel kan ge lika bra skörd som vårspridning, förutsatt att gödselgivan är lägre än motsvarande 50 kg ammoniumkväve per hektar och att man inte sprider vid torrt och blåsigtt väder. Ammoniakavgångens storlek beror främst på det faktiska vädret och mindre på spridningstidpunkt eller region. Större flytgödselgivor på hösten innebär en risk för förhöjd nitratutlakning. Det spelar dock ingen större roll om man sprider tidigt eller sent på hösten.

Referenser

- Ericson L. (2002) Stallgödsel till vall – spridningstider på hösten. Sveriges lantbruksuniversitet. *Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap – växtodling* 2, http://pub.epsilon.slu.se/3522/1/Nytt2_02.pdf
- Palmberg C., Rodhe L. och Ericson, L. (2010) Sprid flytgödsel till vall tidigt på hösten – gräset tar upp näringen bra då också. Sveriges lantbruksuniversitet. *Nytt från inst. f. norrländsk jordbruksvetenskap- växtodling* 3, http://pub.epsilon.slu.se/5554/1/palmberg_c_etal_101220.pdf
- Rodhe L. och Etana A. (2003) Ytmyllning av flytgödsel till vall – miljönytta och praktisk funktion på olika jordar. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala. *JTI-rapport Lantbruk & Industri* 315.
- Svensson L. (1994) A new dynamic chamber technique for measuring ammonia emissions from land-spread manure and fertilizers. *Acta agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science* 44, 35–46.

Minska risken för kväve- och fosforläckage i odlingssystem med spridning av nöt- och svinflytgödsel

H. Aronsson¹, J. Liu¹, G. Torstensson¹, E. Ekre² och E. Salomon³

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för mark och miljö, Uppsala

²Hushållningssällskapet i Halland, Lilla Böslid, Eldsberga

³JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala

Korrespondens: Helena.aronsson@slu.se

Sammanfattning

I en odlingssystemstudie studerades kväve- och fosforläckage från två växtföljder (bara vårstråsäd respektive bara vall) med tillförsel av svin- respektive nötflytgödsel vid olika tidpunkter. Försöket bedrevs i ett utlakningsförsök på en lerjord i Halland. Det övergripande målet var att identifiera eventuella risker för kväve- och fosforläckage i de två odlingssystemen och att visa på möjligheter att minska dem. Resultaten visar att flytgödselspridning på vall under hösten (25–40 ton/ha) innebär relativt liten risk för kväveutlakning. Risken för utlakning av fosfor kan däremot vara betydande på lerjordar och flytgödselspridning under blöta perioder bör där undvikas. Studier av matjordscystrar som bevattnades på lab visade att ökad jordkontakt för gödseln genom myllning kan vara viktigt för att minska risken för fosforläckage. Medelutlakningen av totalkväve från vallväxtföljden var 10,5 kg/ha och år jämfört med 19,2 kg från växtföljden med vårstråsäd och plöjning i november varje år. För fosfor hade vallen däremot ingen dämpande effekt på läckaget. Andelen löst fosfor i förhållande till totalfosfor i dräneringsvattnet var större från vallväxtföljden (35 %) än från växtföljden med stråsäd (25 %). Spridning av nötflytgödsel på vall i oktober påverkade inte kväveläckaget, men fosforläckaget var signifikant större (0,37 kg PO₄-P/ha) än då svinflytgödsel spreds vid samma tid på stubb av vårstråsäd (0,16 kg PO₄-P/ha).

Introduktion

Intensiv djurhållning och spridning av stallgödsel förknippas generellt med ökad risk för utlakning av kväve och fosfor till vattenmiljön. Det gäller både direkta risker kopplade till enstaka givor, men också risker som hänger samman med långsiktig uppbyggnad av markens växtnäringsförråd. När det gäller odlingssystem med flytgödsel visar många studier att vår-spridning ger det bästa växtnäringsutnyttjandet och de minsta utlakningsförlusterna (Beckwith *et al.*, 1998). Av olika orsaker måste ändå en del gödsel spridas på hösten. I ett projekt med finansiering av SLF undersöktes spridning av nöt- respektive svinflytgödsel i två växtföljder som avsågs representera mjölk- respektive svinproduktion (Aronsson *et al.*, 2014). Det övergripande målet var att identifiera eventuella risker för kväve- och fosforläckage i de två odlingssystemen och att visa på möjligheter att minska dem. Främst studerades tidpunkter för flytgödseltillförsel.

Material och metoder

Huvuddelen av projektet genomfördes under 2010–2012 i ett specialdränerat fältförsök för utlakningsmätningar vid Hushållningssällskapet's gård Lilla Böslid i Halland. Försöksfältet består av lerjord med 29 % ler, där varje ruta (16 x 10 m) är separat dränerad på 90 cm djup. Varje ruta omges med en vertikalt placerad skyddsplast för att hindra flöden mellan rutor. Försö-

ket innehöll två växtföljder (med 4 replikat), där flytgödsel tillfördes vid olika tidpunkter, med nedharvning i några led (tabell 1). Växtföljden med tillförsel av svinflytgödsel bestod av vårstråsäd med plöjning i november och mjölkgräsväxtföljden av vallinsädd följt av 2 års vall och vallbrott i november. Växtföljderna med gödslingsbehandlingar etablerades under 2008–2009, och följdes sedan med mätningar under 2010–2012. Alla gödslingsbehandlingar i de två växtföljderna fanns alltså med under de båda åren, och roterades över försöksfältet för att ha korrekt förbehandling inför varje försöksår. Kontrolleret, utan fosforgödsling, låg däremot fast på samma rutor. Genom att fokus låg på gödslingsbehandlingarna förenklades försöksupplägget på så vis att samma vårsädesgröda användes i alla aktuella led, vårkorn 2010 och havre 2011. Höstspridningen av flytgödsel gjordes 6 respektive 31 oktober under 2010 och 2011, och höstplöjningen 18 respektive 23 november. Vallinsädden bestod av (SW Mira 21) 15 % klöver (röd-klöver, *Trifolium pratense* L. och vitklöver, *Trifolium repens* L.) och 85 % gräs (timotej, *Phleum pratense* L.; ängssvingel, *Festuca pratensis* L.; engelskt rajgräs, *Lolium perenne* L.). Vallen skördades tre gånger båda åren.

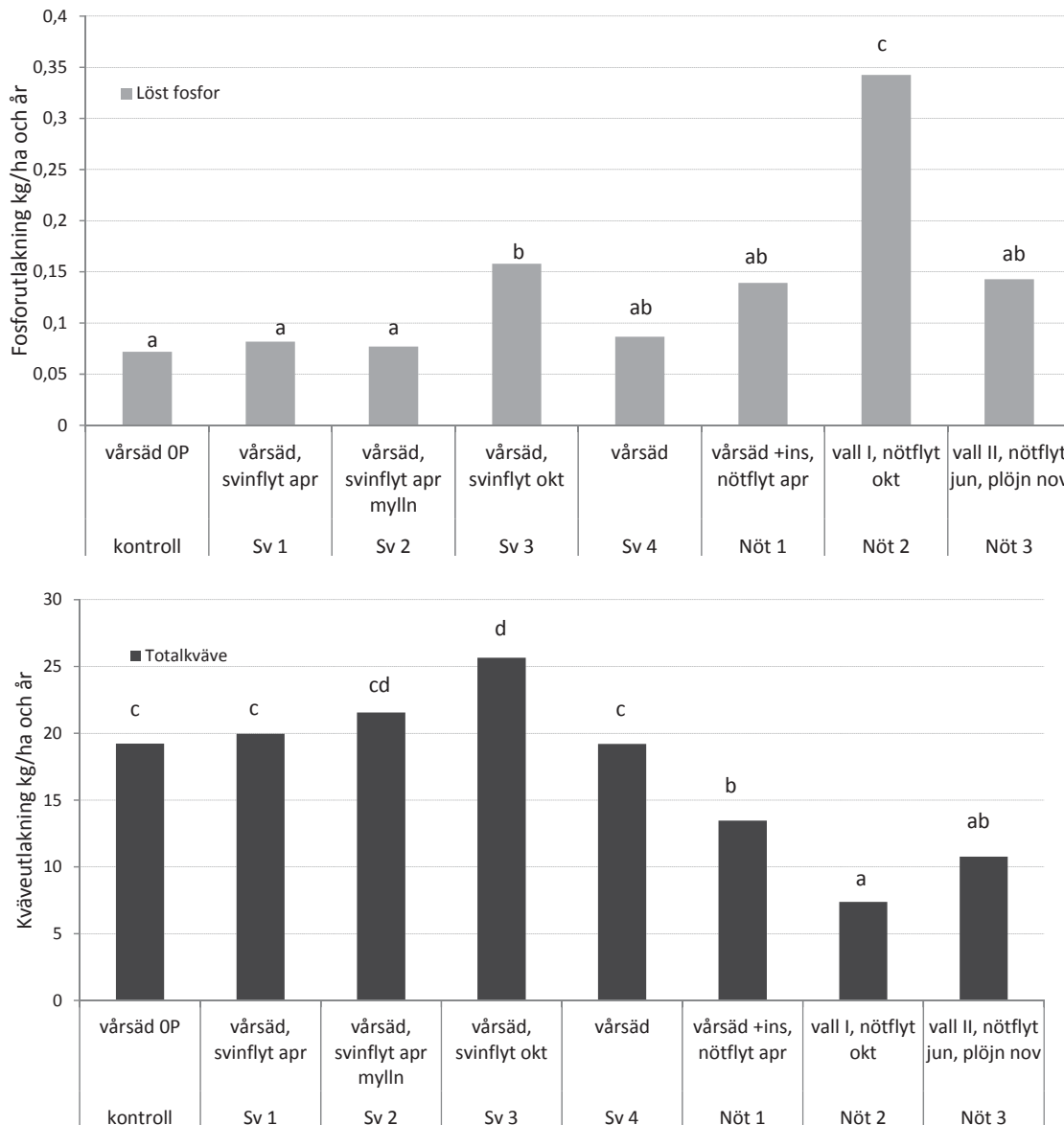
Tabell 1. Grödor och behandlingar i de två växtföljderna. Behandlingarna följdes under två år. Gröda i spannmålsrutorna var vårkorn 2010 och havre 2011

Led	Gödsling	Plöjning
<i>Kontroll</i>		
C vårkorn/havre	Mineral-N, 0 P	November
<i>Växtföljd med svinflytgödsel</i>		
Sv1 vårkorn/havre	Svinflytg. (nedharvad) och min-N i april	November
Sv2 vårkorn/havre	Svinflytg. (på ytan) och min-N i april	November
Sv3 vårkorn/havre	Min-N och min-P vår, svinflyt på ytan i okt (för grödan i Sv4 nästa år)	November
Sv4 vårkorn/havre	Min-N vår, ej svinflyt	November
<i>Växtföljd med nötflytgödsel</i>		
Nöt1 vårkorn/havre + insädd	Nötflyt (nedharvad) och min-N i april	-
Nöt2 vall	Min-N 3 ggr, nötflyt på ytan i okt	-
Nöt3 vall	Min-N 3 ggr, nötflyt på ytan i juni	November

Ett kontrolleret utan tillförsel av fosfor ingick, där behandlingen låg fast på 4 rutor. Stallgödseln doserades efter mängden fosfor, där målgivan var 20 kg P/ha och år. Den blev i verkligheten något mindre, i medeltal 19 kg P/ha av nötflytgödsel och 13 kg P/ha av svinflytgödsel. Kvävegivan med kompletterande handelsgödsel anpassades efter gödselns ammoniuminnehåll och justerades efter förväntad kväveeffektivitet hos gödseln. Vid spridning på hösten i Sv3 förväntades exempelvis 25 % av ammoniumkvävet bidra till grödans kväveförsörjning efterföljande år, dvs. Sv4. Vid vårspriden myllad gödsel räknades med en kväveeffektivitet på 90 %. Prover av dräneringsvatten uttogs flödesproportionellt (ca 15 st/år) och analyserades med avseende på partikulär och löst fosfor samt med avseende på nitrat- och totalkväve. I vårsädesväxtföljden tillämpades vårspridning med och utan myllning. Effekten av myllning studerades särskilt i matjordskolonner som togs i fält och som sedan bevattnades på lab efter tillförsel av svinflytgödsel (Liu *et al.*, 2012a).

Resultat och diskussion

Skörden av stråsädesgrödorna, vårkorn 2010 och havre 2011, var 6200 respektive 5000 kg ts/ha. Kväveskörden var 11 kg högre i leden med vårspridning av flytgödsel, men skillnaderna var ej signifikanta. Totalskördarna av vallen uppgick till 11,2 respektive 11,5 ton ts/ha under de två åren.



Figur 1. Årsmedelutlakning (maj–april) av löst fosfor (fosfatfosfor) och totalkväve (kg/ha). Signifikanta skillnader ($p < 0,05$) anges med olika bokstäver.

Försöket representerar en jordtyp (mellanlera) som skiljer sig från utlakningsförsöken som länge funnits på mojord i samma region. Det visade sig att denna jord har ett betydligt större fosforläckage (i medeltal 0,6 kg total-P/ha och år) än exempelvis mojorden vid Mellby försöksfält (0,1 kg total-P/ha; Liu *et al.*, 2012b), trots att fosforinnehållet i matjorden är betydligt lägre. Den är ett exempel på en lerjord som har snabba transportvägar för vatten och ämnen genom profi-

len, och som därför kan löpa risk att orsaka fosforläckage i samband med t.ex. spridning av gödsel. Dessa inneboende egenskaper hos en jord verkar, i kombination med avrinnings-förhållanden, ha en avgörande inverkan på fosforläckagerisken. I motsats till vad som gäller för kväve (Neumann *et al.*, 2011), minskar inte alltid fosforläckaget av att en gröda växer under hösten och tar upp näring.

I vallväxtföljden, med vinterbevuxen mark under två år av tre, var kväveläckaget betydligt mindre än från mark med vårstråsäd och plöjning i november (10,5 kg N/ha och år jämfört med 19,2 kg/ha och år). Spridning av 25–40 ton nötflytgödsel på vällen i oktober gav inget ökat kväveläckage vilket däremot var fallet vid spridning efter vårstråsäd (figur 1). Vallbrott utgjorde heller ingen påtaglig risk för kväveläckage. Vallbevuxen mark hade ingen dämpande effekt på fosforutlakningen, och utlakningen var snarare större från vallväxtföljden än från vårsädesväxtföljden (0,58 kg P/ha jämfört med 0,48 kg/ha). Särskilt var det andelen av löst fosfor i förhållande till totalmängden fosfor (inkl. partikelbunden) som ökade (35 % jämfört med 25 %). Att vall har en tendens att gynna frigörelse och transport av fosfor har också visats av bl.a. Toor *et al.* (2003), där förklaringar kan vara relaterade både till fysikaliska, kemiska och biologiska processer i marken. Spridning av nötflytgödsel på vall i oktober gav signifikant större utlakning av löst fosfor än i alla andra behandlingar (figur 1). Att minska förekomsten av löst fosfor i marken kan minska risken för läckage. I lab-försöket som utfördes med den aktuella jorden (Liu *et al.*, 2012a) visade det sig att då gödseln myllades in i ytskiktet före intensiv bevattning minskade fosforutlakningsrisken med 50 % jämfört med utan myllning. I fältförsöket gav myllning efter spridning på våren inget utslag, vilket helt enkelt berodde på att det inte skedde någon stor avrinning efter spridning. Höstspridningen av nötflytgödsel, både efter stråsäd, men särskilt på vall, gav däremot utslag på fosforutlakningen genom att spridningen skedde strax före avrinning från marken.

Resultaten visar alltså att flytgödselspridning på vall under hösten innebär relativt liten risk för kväveutlakning medan risken för utlakning av fosfor kan vara betydande på lerjordar. På sådana jordar är det viktigt att om möjligt undvika flytgödselspridning under blöta perioder. Ökad markkontakt för gödseln genom någon form av myllning kan minska riskerna för fosforläckage.

Referenser

- Aronsson H., Liu J., Torstensson G., Ekre E. och Salomon E. (2014) Effects of pig and dairy slurry application on N and P leaching from crop rotations with spring cereals and forage leys. Submitted to Nutrient Cycling in Agroecosystems.
- Beckwith C.P., Cooper J., Smith K.A. och Shepherd M.A. (1998) Nitrate leaching loss following application of organic manures to sandy soils in arable cropping. I. Effects of application time, manure type, overwinter crop cover and nitrification inhibition. *Soil Use and Management* 14:123–130.
- Liu J., Aronsson H., Bergström L. och Sharpley A. (2012a) Phosphorus leaching from loamy sand and clay loam topsoils after application of pig slurry. *SpringerPlus* 1:53 <http://www.springerplus.com/content/pdf/2193-1801-1-53.pdf>
- Liu J., Aronsson H., Blombäck K., Persson K. och Bergström L. (2012b) Long-term measurements and model simulations of phosphorus leaching from a manured sandy soil. *Journal of soil and water conservation* 67(2):101–110.
- Neumann A., Torstensson G. och Aronsson H. (2011) Losses of nitrogen and phosphorus via the drainage system from organic crop rotations with and without livestock on a clay soil in south-west Sweden. *Organic Agriculture* 1:217–229.
- Toor GS, Condron LM, Di HJ, Cameron KC och Cade-Menun BJ (2003) Characterization of organic phosphorus in leachate from a grassland soil. *Soil Biology & Biochemistry* 35:1317–1323.

Systematisera ditt förbättringsarbete med inspiration från Lean

A. Rydberg¹, M. Melin², B. Sundström³, K. Östergren³, och M. Berglund^{2,3}

¹JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala ²Hallands Hushållningssällskap, Eldsberga ³SIK – Institutet för livsmedel och bioteknik, Göteborg

Korrespondens: anna.rydberg@jti.se

Sammanfattning

Många anställda går och bär på utmärkta idéer till förbättringar som troligen inte kommer att realiseras för att det inte efterfrågas, ingen lyssnar eller att det saknas system för att ta hand om förslagen. Lean är i första hand ett managementkoncept med syfte att skapa en konkurrenskraftig företagskultur. Det finns ett stort behov att arbeta strukturerat med förbättringar, och då kan det resurseffektiva synsätt på verksamheten som Lean medför, vara till stöd i det utvecklingsarbetet. Målet för detta projekt var att ta fram en modell som stöd för att komma igång med Lean-arbetet på ett mjölkföretag. Fokus i projektet var på hur arbetet på gården kan utföras på ett effektivare och smartare sätt och lärdomarna är på många sätt generella och överförbara till andra slags jordbruksföretag. Även om lantbrukarna uttrycker att man arbetar med förbättringar i företaget finns det mycket att göra för att skapa en stark kultur och system där ständiga förbättringar är en prioriterad arbetsuppgift. Företagen skulle vinna mycket på att avsätta tid till möten där man diskuterar och gemensamt förstår olika problem i verksamheten. Det är viktigt att på ett tidigt stadium etablera ett system för kommunikation, planering och användning av förbättringssystem. Först då kan man ta till vara på lärandet genom egna erfarenheter.

Introduktion

För att kunna utföra förbättringar, ta tillvara på förbättringsförslag och sedan utvärdera resultatet, måste det finnas ett definierat normaltillstånd att jämföra med. Bilden av vad som kan anses vara normalt är för vissa moment solklar, men kan för andra moment vara mer otydlig och även skifta medarbetare emellan. Det är därför viktigt att definiera varje process standardläge genom att införa tydliga rutiner och att kontinuerligt mäta definierade nyckeltal. Lean kan vara ett kraftfullt redskap för att effektivisera ett produktionssystem och har därför en stor potential när det gäller att genomföra bestående förändringar i arbetet med att utveckla en verksamhet. I praktiken är det ganska enkelt att följa upp djurhälsan eller utrustning som ofta går sönder genom att anteckna det på ett block eller en tavla, men detta görs sällan. En grundorsak kan vara att det finns en kultur att man ska kunna lösa sina problem själv eller att den som påpekar brister anses gnällig, vilket gör det svårt att få in avvikelshantering i verksamheten.

Material och metoder

I denna studie på tre projektgårdar med mjölkproduktion studerades förutsättningar och potential att förbättra verksamhetens effektivitet och resursutnyttjande med hjälp av Lean. För analysen genomfördes en värdeflödesanalys på gårdsnivå samt beräkningar av mjölkproduktionens klimatavtryck. Med ett miljöperspektiv diskuterades möjligheten att utveckla verksamheten så att den både är lönsam och klimateffektiv. På lång sikt är målet ett värdeflöde som bidrar till mjölkproduktionens ekonomiska och miljömässiga hållbarhet.

Det är i arbetsprocesserna som värdet skapas och det innebär att värdeflödet bara kan förändras om lantbrukaren och företagets personal förändrar sitt arbetssätt. Utgångspunkten för vår modell var att identifiera vad i detta arbete som tillför värde för mjölkproducenten (och därmed kunden) och vad som inte gör det, dvs. vad i ladugårdsarbetet som är ett slöseri.

Resultat och diskussion

Målet i detta projekt var att ta fram en modell som stöd för att komma igång med Lean-arbetet på ett mjölkföretag. Modellen som presenteras i projektets fullständiga rapport (Melin *et al.*, 2013) kan mycket väl fungera som en introduktion av Lean i företaget, och med efterföljande coaching kan grunden för en förbättringsskapande kultur läggas.

Vi har valt att definiera åtta arbetsprocesser som mer eller mindre har direkt inverkan på kons välfärd och hennes förmåga att producera mjölk; utfodring, mjölkning, seminering, djurtillsyn, rengöring, skötsel av ungdjur, underhåll och administration.

För varje arbetsprocess beskrivs vilka aktiviteter de innehåller samt vilka slöserier som är kopplade till respektive process. För att underlätta analysen är slöserierna kategoriserade i tid, arbetsmiljö eller miljö. Tidsslöseri innebär att människorna i företaget lägger tid på arbetsuppgifter som inte kan anses vara värdeskapande. Kategorin Arbetsmiljö innebär de risker för skada som föreligger vid ett arbetsmoment, i form av fysiska skador på djur eller människor, arbetsplatsolyckor eller bränder. Kategorin Klimat innebär ett slöseri som är direkt eller indirekt kopplat till en resurs vars utnyttjande i stor utsträckning påverkar klimatet. I rapporten ges konkreta exempel på förbättringsarbeten som projektföretagen åstadkommit med detta projekt som startpunkt.

Exempel på olika slöserier vid utfodring presenteras i tabell 1. I utfodringsprocessen ingår lastning, transport, utfodring, och rengöring av foderbordet. Samtliga gårdar använde traktordragna fullfodervagnar.

Tabell 1. Identifierade slöserier vid utfodring

Utfodring	Värde	Tid	Arbetsmiljö	Miljö
Kassera rundbalsensilage	Svinn	X		X
Dåligt foder i plansilo	Svinn	X		X
Fodersvinn vid fyllning av vagn	Svinn			X
Mycket överblivet foder	Svinn/onödig rörelse	X		X
Väntetid vid foderblandning	Väntan	X		
Fodertruck klarar inte av rundbalarna	Väntan	X	X	
Krånglande vattenbehållare	Onödig rörelse	X		
För liten traktorskopa för uppgiften	Transporter	X		X
Hämtar något för mycket i skopan	Transporter	X		X
Många olika foderkomponenter	Transporter	X		X
Ineffektiv foderlogistik	Transporter	X		X

Mest slöseri vid utfodringen återfinns vid lastning och transport av foder. Mycket energiförbrukning sker vid foderhanteringen där bristande foderlogistik bidrar till större dieselförbrukning än

nödvändigt. Utfodringen tar också längre tid på grund av slöserier och det finns förmodligen en del pengar att spara för bonden genom att arbeta smartare i utfodringsprocessen. I ett fall användes gammal teknik för att köra ut rundbalar med en uppenbar risk att orsaka allvarliga olycksfall.

För att förbättra flödet i värdekedjan behöver man åtgärda grundorsaker till slöserierna. Följande grundorsaker kunde vi identifiera i analysen av värdeflödet: bristande kommunikation och ledarskap, avsaknad av rutiner för arbetet, för lite fokus på lärande och reflektion, inget system för problemlösning och avvikelsehantering och bristande förebyggande underhåll. Slutsatsen är att det är viktigt att på ett tidigt stadium etablera ett system för kommunikation, planering och användning av förbättringssystem. Först då kan man ta till vara på lärandet genom egna erfarenheter. Projektet visar att Lean kan fungera utmärkt som stöd för jordbruksföretag när det gäller att förändra och effektivisera det dagliga det dagliga såväl som långsiktiga arbetet på ett uthålligt och bestående sätt.

Referenser

Melin M., Rydberg A., Sundström B., Östergren K. och Berglund B. (2013) Lean för konkurrenskraftig och klimat-effektiv mjölkproduktion. *JTI – Institutet för jordbruks- och miljö teknik. Lantbruk & Industri. Rapport 414*. Uppsala.

Fokusera rätt för trimmad vallproduktion

Årets Vallmästare 2014: Enkel vallkedja med hög målsättning för vallen

L. Karlsson

Tidningarna Husdjur och Nötkött, Växa Sverige, Stockholm

Korrespondens: lisbeth.karlsson@vxa.se

Sammanfattning

Utfodringsstrategin i den specialiserade köttproduktionen på Grunsbo i Frändefors ändrades till en foderstat baserad på minst 50 % grovfoder. Genom att öka kvaliteten på grovfodret har Richard och Lennart Johansson minskat behovet av inköpt proteinfodermedel. Det har också fört fram dem till titeln Årets Vallmästare 2014.

Bakgrund

Richard och Lennart Johansson lade om strategi för vallodlingen för sex år sedan efter en djup analys av ekonomi, odling, skördeteknik och utfodring. På gården Grunsbo utanför Frändefors i Dalsland finns 650 ungtjurar i varierande ålder som idag utfodras med minst 50 % grovfoder. Företaget har fem heltidsanställda samt några säsongsanställda.

Målsättning

För att täcka proteinbehovet hos de äldre tjurarna enbart med hjälp av grovfoder behövs ett proteininnehåll på 150 gram råprotein per kilo ts. Målsättningen för vallfodret är därför att uppnå ett energiinnehåll på 11 MJ och 150 gram råprotein per kg ts. Analysresultaten är jämna mellan åren och brukar ligga mellan 11 och 12 MJ samt 120–160 gram råprotein per kilo ts.

Odling

Sammanlagt brukas 850 hektar åker, varav 25 % drivs konventionellt. På de drygt 200 hektar som drivs konventionellt odlas främst grovfoder till gårdens tjurar, men även hösilage, hö till avsalu samt foderspannmål (korn och havre).

De marker som används till vallodling har varierande jordarter- från mulljordar till styv mullfattig lera. Större delen av vallarealen består av måttligt mullhaltiga leror.

Insådden sker i spannmål, korn eller havre, och kan antingen ske samtidigt som spannmåls-sådden med hjälp av frölåda på såmaskinen eller i samband med ogräsharvning med frölåda på ogräsharven. Spannmålen sås med 25 cm radavstånd för att släppa ner ljus till vallblandningen.

Vallarna är två- eller treåriga. Efter att under några säsonger ha provat ett fyrskördesystem när vallarna låg på bättre marker har man nu, med vallen på inte fullt lika bra mark, gått tillbaka till ett treskördesystem och en vallfröblandningen SW Mira 21. Intresset för vallen är stort. Flera olika vallfröblandningar har provats och utvärderats genom åren. Man har också sått vissa skiften med två vallfröblandningar på varsin halva för att jämföra etablering, mognad och avkastning per hektar. Det har visat sig att klassiska blandningar med stor bas av timotej fungerar bäst, vilket framför allt ger säkrare övervintring.

Fokusera rätt för trimmad vallproduktion

Inför vallskörden följer gården tillgängliga vallprognoser och den egna vallens utveckling. Förstaskörden brukar äga rum i månadsskiftet maj/juni, andraskörden 5–6 veckor senare och tredjeskörden tas normalt 6 eller 7 veckor därefter.

Vallkedjan består av en slätterkross (9 m), lejd strängläggare (15 m) och en lejd, självgående Jaguarhack. Gräset bredsprids om man har tillgång till den lejda strängläggaren. Vallfodret transporteras till gården med hjälp av två traktorer och tre vagnar (korta avstånd) eller fyra traktorer och fem vagnar (längre avstånd) och packas i fem plansilos med hjälp av 13 tons lastmaskin och traktor. De fem plansilofacken är 12 x 48 meter (3 st) respektive 9 x 48 meter (2 st).

Inför skörden täcks plansilons väggar med plast som sedan viks omlott över grönmassan. Ytterligare ett lager plast läggs över och täcks därefter med nät och sandsäckar. Inget tillsatsmedel används – eftersom produktionen är inriktad mot kött är det svårt att motivera kostnaden.

Tack vare samarbeten med andra lantbruksföretagare i trakten kan skördetiden hållas kort. Vid behov (hot om dåligt väder) kan hela vallskörden tas in på cirka ett dygn, men i normala fall tar det cirka 2 dagar.

En foderanalys per skörd tas genom att borra i det färdiga ensilaget i plansilon.

Gödsling

På våren sprids 80 kg N per hektar i form av handelsgödsel. Till andra- och tredjeskörd sprids 50–60 kg N per hektar. Fosfor och kalium tillförs vallarna via flytgödsel eller fastgödsel från ströbädd. Flytgödseln sprids med hjälp av slangspidare (hyrd). Till de konventionella vallarna används i första hand fastgödsel som sprids på hösten.

Utfodring

För sex år sedan ändrades utfodringsstrategin från kraftfoderbaserad foderstat till en foderstat med minst 50 % grovfoder. Vallen hävdar sig bra, men framför allt har djurhälsan förbättrats – andelen slaktanmärkningar på grund av leverbölder har sjunkit till endast 0,5 %.

Gården mixar foder till två ålderskategorier. Små tjurar (upp till 200–250 kg) utfodras med en mix av ensilage, krossad spannmål (korn, havre och rågvete), proteinkoncentrat, Agrodrank och mineraler. Stora tjurar (över 200–250 kg) utfodras med en mix av ensilage, krossad spannmål, Agrodrank, salt och mineraler.

Årets Vallmästare 2013: Noggrannhet i alla led och sinne för detaljer

L. Karlsson

Tidningarna Husdjur och Nötkött, Växa Sverige, Stockholm

Korrespondens: lisbeth.karlsson@vxa.se

Sammanfattning

Bröderna Bengtssons Lantbruk AB utsågs 2013 till Årets Vallmästare. På gården Gunnas i halländska Olofstorp arbetar man målmedvetet och strategiskt med vallen som bas i mjölkproduktionen. Med kontroll på hela vallkedjan undviker familjerna Bengtsson variationer och avvikelser i grovfodret. Det gillar korna – som tillhör landets högst avkastande mjölkbesättningar.

Bakgrund

Bröderna Bengtssons Lantbruk AB ägs och drivs av familjerna Bernt och Cecilia Bengtsson, Christer och Maria Bengtsson samt Thomas och Marina Bengtsson. På tre driftplatser producerar företaget mjölk och kött med hjälp av 110 kor (mjölk och tjurkalvar till liv), 125 suggor (smågrisar) och 42 tackor (lamm till slakt). Mjölkproduktionen ligger på cirka 12 700 kilo ECM (rullande 12-månader).

Målsättning

Målsättningen är att producera ett vallfoder med jämn kvalitet och att ha vallar som mellan åren har låg variation i den botaniska sammansättningen. Både avkastning per hektar och näringsinnehåll är viktiga parametrar vid skörden. Det viktiga är att hitta en bra balans dem emellan. Optimalt näringsinnehåll för ensilaget är mellan 11 och 11,5 MJ och 160–170 gram råprotein.

Odling

Av de drygt 200 hektar åker som brukas odlas vall på cirka 85 hektar. Dessutom odlas 15 hektar majs och 100 hektar spannmål. Vallarnas liggtid är tre år. Därefter bryts vallen med höstvet och efter två-tre år sås vall in igen i korn eller havre som tröskas. 2013 provades även att så in i en blandning av korn och ärt, vilket skördades som helsäd.

Vallarna runt gården Gunnas ligger på styva leror. Den egenkomponerade vallfröblandningen som används har tagits fram genom att följa sortprovning och försöksodlingar. De sorter som används är i huvudsak medeltidiga – Bengtssons vill ha vallar med en vallfröblandning där arterna är lika i utvecklingen, detta för att få en jämnare kvalitet på ensilaget. Fröblandningen har tidigare bestått av två sorter timotej (19 % Lischka och 15 % Grindstad), tre sorter engelskt rajgräs (8 % Birger, 8 % Calibra och 8 % Aberdant), 21 % rörsvingel Hykor, 6 % rödklöver Titus, 4 % vitklöver Riesling och 11 % lusern Vela. Under kommande år kommer innehållet av Birger att bytas mot Kentaur medan Lischka byts mot Switch.

Insådden sker vanligtvis i havre eller korn. Spannmål och vallfrö sås samtidigt med en 4 m Tive-KombiJet med frölåda. Vallfröblandningen blåses ut efter såbillarna och myllas ner med såmaskinens efterharv.

Normalt tas tre till fyra skördar per år. Vallskörden startas på de äldsta vallarna, då dessa oftast kommit längst i utveckling. Inför starten kontrolleras dagligen utvecklingsstadium och väderprognoser noggrant. Förstaskörd brukar äga rum 25–30 maj, andraskörd 4–4,5 veckor senare i månadsskiftet juni/juli samt tredjeskörden en vecka in i augusti. Den eventuella fjärdeskörden tas helst före 20 september för att vallen ska kunna återhämta sig inför vintern och för att inte äventyra kommande års förstaskörd.

Vallkedjan är enkel – slåtterkross, exakthack och transport med 2–3 vagnar. Är vädret stabilt slår man gräset i den takt man hinner hacka för att nå rätt ts-halt. Det slagna gräset torkas i strängar. Strängvändare används om något parti inte är tillräckligt torrt. Målsättningen är att hålla en torrsubstanshalt på cirka 35 procent, men utfallet brukar bli mellan 30–45 % ts.

Tillsatsmedel i form av Promyr används till det ensilage som används under sommaren. Planer finns på att under kommande säsong använda bakteriekultur. Vallfodret lagras i fyra tornsilos (tre på Gunnas och ytterligare en på den andra brukningsenheten). God tillgång på arbetskraft, bra arrondering och enkel vallkedja betyder att skörden kan genomföras på fem dagar från start till dess silon stängs.

En vallanalys per skifte (ca 15 hektar) och skörd tas, vilket 2012 innebar hela 22 analyser. Med hjälp av noggrann bokföring av antalet lass per skifte samt märkning med plastbrickor mellan skiftena i tornsilon hålls kontroll på vilket grovfoder som används och näringsinnehållet i detta. Foderstaten kan på så vis omgående justeras efter näringsinnehållet i det ensilage som används.

Gödsling

Vallen gödslas med både stallgödsel och handelsgödsel. Inför förstaskörd sprids cirka 90–110 kg N per hektar. Direkt efter skörden sprids ytterligare 80–90 kg N per hektar, efter andraskörden 70 kg N per hektar och efter tredjeskörden cirka 50–60 kg N per hektar. Flytgödsel (20 ton svin- eller nötgödsel per hektar) läggs i första hand direkt efter skörd (vid mulet/regnigt väder). Erfarenheten har visat att det fungerar bättre att lägga flytgödsel på hösten (i september) efter fjärdeskörd än på våren. Vallen stärks inför kommande säsong, kaliumvärdena hålls nere och man riskerar inte att vallen bränns på våren.

Utfodring

Under hösten görs en inventering av årets vallskörd och en plan läggs upp för användning av de olika partierna. Oftast används första- och andraskörd till korna och tredje- eller fjärdeskörd till kvigorna. För kornas foderstat hålls två torn öppna samtidigt och skördarna blandas för att få en jämn foderstat med få variationer under året. Till kvigorna balanseras ensilagens näringsinnehåll med halm eller helsäd.

Korna utfodras med blandfoder. Fodermix optimerad för 35 kg mjölk innehåller 11,0 kg ts gräsensilage (2 skörd), 4,0 kg ts majsensilage, 0,5 kg halm, 0,5 kg melass, 3,9 kg spannmål, 3,4 kg proteinmix 40 VB Special, 0,2 kg rapsmjöl, foderjäst, salt, vitaminer och mineraler. I foderstationer utfodras spannmålskross, betfor och VB 20 Top (efter avkastning).

Årets Vallmästare 2009: Genomtänkta beslut och åtgärder i vallodlingen ger bättre ekonomi i mjölkproduktionen

L. Karlsson

Tidningarna Husdjur och Nötkött, Växa Sverige, Stockholm

Korrespondens: lisbeth.karlsson@vxa.se

Sammanfattning

År 2009 utsågs Perers Lantbruk i Växbo utanför Bollnäs till Årets Vallmästare. Med hög noggrannhet genom hela vallkedjan fram till foderbordet har Per-Åke Perers fortsatt att utveckla vallproduktionen och företaget.

Bakgrund

När Perers Lantbruk utsågs till Årets Vallmästare drevs och ägdes företaget av syskonen Per-Åke Perers och Anne-Helen Jäderström. Idag driver Per-Åke Perers företaget på egen hand men med två anställda och med sin far Lars-Åke till hjälp. Under 2009 sattes en robot in och koantalet minskades. Ytterligare en robot sattes in 2012 och koantalet är nu ökande. Gårdens cirka 95 årskor producerar i dagsläget i genomsnitt 11 000 kilo ECM per år.

Målsättning

Perers Lantbruk strävar efter att producera ett ensilage med hög kvalitet med effektiv teknik och med god ekonomi. Både näringsinnehåll och avkastning per hektar är viktiga parametrar, en bra balans eller kombination av värden och mängd är viktig. Målsättningen är ha vinterhårdiga vallar som tål torka och som ger ett ensilage med energivärden på över 11 MJ och minst 150 gram råprotein per kilo ts.

Odling

Totalt brukas 114 hektar åker, varav 76 hektar vall och 21 hektar grönfoder (helsäd – vete/ärt). Resterande areal, 15 hektar, utgörs av bete och naturbete, 2 hektar träda. För att kunna minska behovet av arrenden som är belägna på längre avstånd från gården och därmed minska både arbetstidsåtgång och transportkostnader lägger gården om 14 hektar skogsmark nära gården till åkermark. Kontrollen på arbetstidsåtgång och kostnader är mycket god. Under 2009 låg kostnaden för vallensilaget på 59 öre per kilo ts (inklusive arealstöd). Idag, med förändrad vallkedja och lagringsmetod, beräknas kostnaden till 76 öre per kilo ts (inklusive tillsatsmedel men exklusive gödsling, anläggning av vallen och vallstöd). När vallstödet räknas in uppgår kostnaden per kg ts till 47 öre. Kostnaden för gödsling, flytgödsel 2 gånger/år samt en handelsgödselgiva, kostar ca 25 öre/kg ts.

Vallarna är treåriga. Vallen sås in i vete och ärtor (skördas som helsäd). Vete/ärt-blandningen sås först och efter några dagar vallfröblandningen.

Vallfröblandningen, "Vall Perers", innehåller 35 % timotej Grindstad, 20 % timotej Lischka, 15 % ängssvingel Norild, 15 % rörsvingel Hykor, 10 % rödklöver Ilte och 5 % vitklöver Sonja.

Förstaskörden brukar normalt starta runt den 5 juni. Andraskörden brukar slå ungefär 5 veckor därefter och tredjeskörden ytterligare ungefär 6 veckor senare (tidpunkten för tredjeskörd avgörs efter vallens utvecklingsstadium).

Vallkedjan har förändrats sedan 2009 då vallen ensilerades i korv. Under våren 2013 byggdes en plansilo med fyra fack – två stora och två mindre. I de större facken läggs första- samt andra-skörd och i de mindre facken tredjeskörd samt helsäd. Maskinkedjan består av slätterkross (3,60 med matta), begagnad hackvagn och packning sker med hjälp av inhyrd lastmaskin (14 ton).

Tidigare användes SafeSil som tillsatsmedel i ensilaget men under 2013 användes istället EcoSyl.

Vid stängningen av silon täcks väggarna med väggplast. Grönmassan täcks med underlagsfolie varpå väggplasten viks in ovanpå. Ytterligare ett lager täckplast läggs på innan silon täcks med nät och sandsäckar.

Tidigare tog gården cirka 16–17 vallfoderanalyser per år, men erfarenheten visar att variationen i näringsinnehållet är liten så antalet analyser har minskats. Under 2013 togs nio analyser (grönmasseprover) – fyra analyser på förstaskörden, två analyser på andraskörden, två analyser på tredjeskörden samt en analys av helsäden.

Gödsling

Under några år var produktionen på Perers Lantbruk ekologisk (1995–2005), men man har valt att gå tillbaka till konventionell odling. Gödslingen är dock fortfarande återhållsam. På våren sprids ungefär 65–70 kg N i form av handelsgödsel till förstaskörd. Efter skörden sprids 30 ton flytgödsel per hektar och efter andraskörd ytterligare cirka 25 ton flytgödsel per hektar. I slutet av september läggs ytterligare en giva flytgödsel beroende på tillgång.

Till helsäden läggs 20 ton flytgödsel på våren.

Utfodring

Variationen i foderstaten har ökat efter övergång till plansilo, där ett ensilagefack och helsädesfacket hålls öppna samtidigt. Korna utfodras med en mix innehållande ca 12 kg ts ensilage, ca 3,5 kg ts helsäd och 5 kg av en kraftfoderblandning (50 % korn, 10 % vete, 10 % betför och 30 % Edel Topp Fett) och mineraler. I roboten får korna Edel Nova 220 efter avkastning med en maxgiva på 8,5 kg.

Samarbete eller konkurrens i vallen? Är det smart att samodla?

B. Frankow-Lindberg

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala

Korrespondens: bodil.frankow-lindberg@slu.se

Sammanfattning

Ett fältförsök med renbestånd och fyraartsblandningar av timotej (*Phleum pratense* L.), engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.), rödklöver (*Trifolium pratense* L.) och antingen cikoria (*Cichorium intybus* L.) eller lusern (*Medicago sativa* L.) etablerades i Svalöv år 2007. Det skördades tre gånger år 2008 och fyra gånger år 2009. Försöket gödslades med 100 kg/ha kväve årligen. Avkastning, botanisk sammansättning samt ljusinflöde till botten av beståndet bestämdes, och allt växtmaterial analyserades med avseende på halten kväve samt isotoperna ¹⁵N och ¹³C (enbart 2009). I december 2009 bestämdes mängden mineraliskt kväve i markprofilen ned till 90 cm djup. Resultaten visar att kvävehalten i gräsen och cikoria var högre i blandbestånden än i renbestånden och att fixerat baljväxtkväve överfördes från rödklöver till framför allt gräsen i blandbestånden. Blandbestånden tog upp mer kväve från marken än renbestånden. Ljustillgången för speciellt baljväxterna var bättre i blandbestånden jämfört med renbestånden. Ogräsförekomsten var, med undantag för engelskt rajgräs, mindre i blandbestånden än i renbestånden. Mängden mineraliskt kväve i markprofilen var större under både rödklöver och lusern jämfört med under gräsbestånden, cikoria och blandbestånden.

Introduktion

Diskussionen om samodlingens för- och nackdelar är av gammalt datum. I mitten av 1800-talet, när vallodling var en nymodighet, förespråkades blandningar av enbart rödklöver och timotej (Osvald, 1962). Med tiden kom mycket artrika fröblandningar att rekommenderas, men dessa blev aldrig populära bland lantbrukare (Osvald, 1962). Så småningom utkristalliserades ett begränsat antal arter som var lämpliga för vallodling på åker (Julén, 1956). Idag är en blandning av arter norm i våra fröblandningar, men antalet arter för slätterfröblandningar överstiger sällan fyra. Vilka är argumenten för samodling idag? En rad biodiversitetsstudier som gjorts på senare år visar på ett positivt samband mellan artrikedom och produktivitet. Men merparten av dessa har genomförts i extensivt utnyttjade gräsmarker (ingen kvävetillförsel, max två skördar per år; t.ex. Kahmen *et al.*, 2005). Gäller dessa resultat även för intensivt utnyttjad vall på åkermark? I ett koordinerat fältförsök utfört på sammanlagt 31 platser (30 i Europa, varav 3 i Sverige, och 1 i Kanada) jämfördes avkastningen från renbestånd och blandbestånd av sammanlagt fyra arter (Finn *et al.*, 2013). Dessa försök låg alla på åkermark och sköttes enligt gängse lokal praxis. Resultaten visar att avkastningen från blandbestånden i nästan alla fall översteg medelvärdet av renbeståndens avkastning, med ett merutbyte på +32 %. I ca 60 % av fallen var blandbeståndens avkastning större än den från alla jämförda renbestånd, med ett merutbyte på +7 %. Merutbytet ökade med tiden, och var störst det tredje och sista vallåret. Att artblandningar ger en större avkastning än renbestånd förefaller därmed att vara vanligare än motsatsen. Anledningen till detta är troligen komplementära egenskaper hos de sådda växterna som trots samtidig konkurrens leder till ett bättre resursutnyttjande i flerartsblandningar. Nedan belyser jag detta med utgångspunkt från ett fältförsök med fröblandningar och renbestånd anlagt år 2007 i Svalöv.

Material och metoder

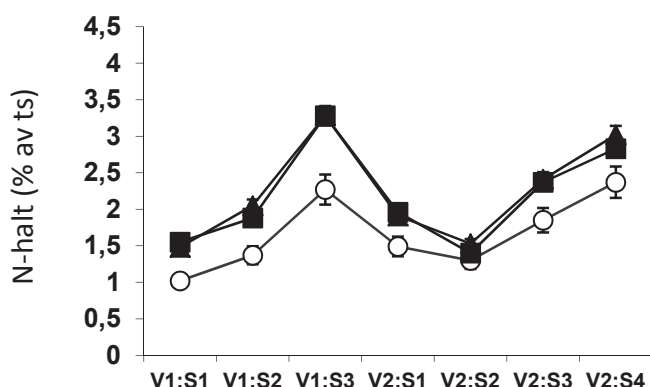
Fröblandningarna bestod av timotej och engelskt rajgräs (kontrasterande konkurrensförmåga) + rödklöver (baljväxt med grunt rotsystem) + *antingen* cikoria (icke-baljväxt med djupt rotsystem) *eller* lusern (baljväxt med djupt rotsystem). Dessutom fanns det renbestånd av alla arter. Kvävegödslingen var 100 kg/ha och år. Designen var en s.k. simplex design, vilket innebär att fröblandningarna såddes med flera olika proportioner mellan arterna. För mer detaljer angående den statistiska analysen hänvisas till respektive uppsats. Förutom bestämning av avkastning och botanisk sammansättning gjordes bestämning av bl.a. ogräsflorans artsammansättning, mätningar av ljusinflöde till botten av beståndet, samt analyser av kvävehalt och ^{15}N och ^{13}C i allt växtmaterial. Isotopanalyserna används för att beräkna $\delta^{15}\text{N}$ och $\delta^{13}\text{C}$, vilka i sin tur används för att beräkna kvävefixering och ljustillgång. Resultaten från analysen av kvävehalt användes för att beräkna kväveupptaget i den skördade grödan. Analysen av ^{15}N användes för att beräkna kvävefixering hos baljväxterna och överföringen av kväve från rödklöver till icke-baljväxter. Vallens upptag av kväve från marken beräknades som: (skördat N i grödan - gödsel N - baljväxtfixerat och skördat N). Resultaten från analysen av ^{13}C användes för att uppskatta ljustillgången hos enskilda arter i bestånden. Efter avslutat försök togs prover av markprofilen i alla rutor för bestämning av mängden mineraliskt markkväve ner till 90 cm djup. Andelen baljväxter i den skördade biomassan varierade med skördetillfälle, men var aldrig mindre än 25 % av torrsubstansen. Experimentet skördades i två år; tre gånger år 2008 och fyra gånger år 2009.

Resultat

Det fanns en positiv samspelseffekt (+4,2 och +2,2 ton ts/ha år 2008 respektive 2009) som ledde till en större torrsubstansavkastning från blandbestånden jämfört med medelvärdet för alla renbestånd (Frankow-Lindberg, 2012). Dock avkastade de rena baljväxtbestånden lika mycket som blandbestånden.

Kvävefixering, kväveöverföring och kväveupptag från marken

Kväveförsörjningen av bägge baljväxter bestod till övervägande del av från luften fixerat kväve (Frankow-Lindberg och Dahlin, 2013). Hos rödklöver kom ca 75 % av kvävet i växten från fixering, medan andelen var något lägre hos lusern. Bägge baljväxter fixerade en större andel kväve när de växte i ett blandbestånd jämfört med när de växte i renbestånd.



Figur 1. Kvävehalt i engelskt rajgräs vid varje enskilt skördetillfälle. Medelvärde \pm standardavvikelse. Vita cirklar = renbestånd, svart fyrkant = fröblandning med cikoria, svart triangel = fröblandning med lusern. V1 etc. avser vallår, S1 etc. avser skördenummer.

Kvävehalten var högre hos både gräsen och cikorian i blandbestånden jämfört med renbestånden redan från första skörden i första årets vall (figur 1). Det var dock ingen skillnad i kvävehalt hos gräsen mellan de olika fröblandningarna. Överföring av fixerat kväve kunde upptäckas hos gräsen redan i andra skörden i första årets vall i fröblandningen med rödklöver som enda baljväxt, medan cikoria inte tog upp fixerat kväve förrän i den allra sista skörden (tabell 1). Totalt sett bidrog överfört kväve till mellan 6 och 29 % av det i gräsen och cikorian upptagna kvävet. Metoden som användes för att beräkna överföringen av kväve medger inte att man kan skilja på fixerat kväve som kommer från rödklöver respektive lusern i blandbestånden där bägge arter ingick. Både kvävehalt och det totala upptaget av kväve hos gräsen var dock densamma i bägge typer av blandbestånd, vilket kan tolkas som att mängden överfört kväve var lika stor oberoende om det fanns rödklöver eller rödklöver + lusern i fröblandningen. Den högre kvävehalten hos gräsen i första skörden kan alltså inte förklaras med överföring av fixerat kväve. Beräkningar visar dock att det skedde ett stort nettouttag av kväve från marken i bägge fröblandningstyper i denna skörd, vilket torde vara förklaringen till den ökade kvävehalten hos gräsen i blandbestånden. Vid en provtagning av markprofilen i december efter sista skörd var mängden kväve signifikant högst under renbestånden av baljväxter (tabell 2).

Tabell 1. Nettoöverföring av kväve (kg/ha) från rödklöver till samodlingsväxter i fröblandningen med rödklöver som enda baljväxt. Medelvärde \pm standardavvikelse

Överföring av kväve från rödklöver till:			
Skördetillfälle	Timotej	Eng. rajgräs	Cikoria
2008:Sk1	*	0	0
2008:Sk2	*	3,29 \pm 1,725	0
2008:Sk3	*	2,88 \pm 3,192	0
2009:Sk1	1,37 \pm 2,147	3,80 \pm 2,717	0
2009:Sk2	0,47 \pm 0,742	0,73 \pm 0,744	0
2009:Sk3	0,58 \pm 0,776	1,58 \pm 1,431	0
2009:Sk4	0,15 \pm 0,212	1,37 \pm 1,277	0,83 \pm 1,182

* andelen timotej var låg i förstaårsvallen och timotejprover från blandbestånden analyserades inte.

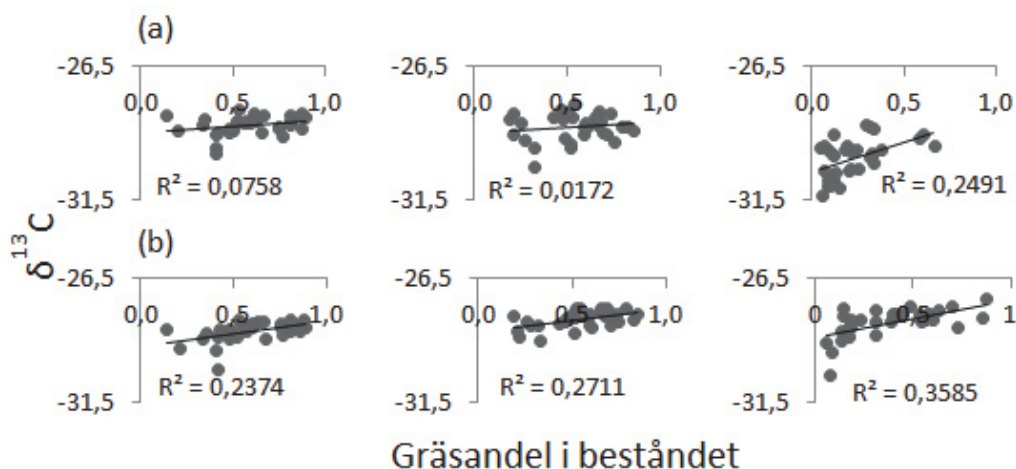
Tabell 2. Mineraliskt kväve i markprofilen (kg/ha) den 1 december 2009

Art/artblandning	Kväve, 0–90 cm
Timotej	9,3 \pm 1,39 ^a
Eng. rajgräs	12,6 \pm 1,39 ^a
Rödklöver	19,5 \pm 1,39 ^{bc}
Cikoria	11,2 \pm 1,97 ^a
Lusern	23,1 \pm 1,97 ^b
Blandbestånd med cikoria	12,9 \pm 0,59 ^a
Blandbestånd med lusern	17,3 \pm 0,88 ^c

Värden med olika bokstäver i samma kolumn är signifikant ($P < 0,001$) åtskilda.

Ljustillgång för enskilda arter

Baljväxterna och blandbestånden bildade ett tätt bladverk som släppte igenom lite ljus, medan det motsatta gällde för gräsen och cikorian (Frankow-Lindberg och Wrage-Moennig, manuskript). Korrelationen mellan $\delta^{13}\text{C}$ och ljustillgången var positiv ($P < 0,05$) för alla arter utom den högvuxna cikorian, vilket tolkas som att värdet på $\delta^{13}\text{C}$ kan användas som ett mått på ljustillgång för enskilda arter. Av figur 2 framgår att gräsens bättre ljusgenomsläpplighet medförde att ljustillgången för speciellt rödklöver var positivt korrelerad med gräsandelen i beståndet.



Figur 2. Korrelationen mellan gräsandel i beståndet och värdet på $\delta^{13}\text{C}$ hos (a) engelskt rajgräs och (b) rödklöver i tre skördar år 2009. Ju högre värde för $\delta^{13}\text{C}$ desto bättre ljusstillgång.

Ogräsinvasion

Alla renbestånd, med undantag för engelskt rajgräs, hade betydligt mer ogräs jämfört med blandbestånden (tabell 3; Frankow-Lindberg, 2012). Det gällde såväl andel i den skördade biomassan som antal ogräsarter i beståndet. De faktorer som reglerade ogräsandel och artantal var ljusinflödet och vallens upptag av kväve från marken. Ogräsandelen var positivt korrelerad med ljusinflödet till botten av beståndet, och negativt korrelerad med vallens upptag av kväve från marken. Antalet ogräsarter var positivt korrelerad med ljusinflödet till botten av beståndet. Blandbestånden släppte ned lite ljus till botten av beståndet och tog upp betydligt mer kväve från marken jämfört med renbestånden.

Tabell 3. Andel ogräs (% av ts) i den skördade biomassan, och antal ogräsarter i renbestånd och blandbestånd. Medelvärde \pm standardavvikelse

Art/artblandning	År 2008		År 2009	
	Andel (%)	Antal arter	Andel (%)	Antal arter
Timotej	5,4 \pm 0,96 ^a	16,7 \pm 0,90 ^a	4,4 \pm 0,86 ^a	19,9 \pm 0,90 ^a
Eng. rajgräs	1,4 \pm 0,49 ^b	8,8 \pm 0,90 ^{bc}	1,2 \pm 0,45 ^b	13,9 \pm 0,90 ^b
Rödklöver	1,7 \pm 0,54 ^b	10,2 \pm 0,90 ^{bc}	5,2 \pm 0,93 ^a	18,1 \pm 0,90 ^a
Cikoria	4,0 \pm 1,08 ^a	16,1 \pm 1,18 ^a	6,7 \pm 1,4 ^a	23,6 \pm 1,18 ^c
Lusern	2,4 \pm 0,86 ^b	11,9 \pm 1,21 ^c	3,2 \pm 0,99 ^a	18,7 \pm 1,21 ^a
Blandbestånd med cikoria	0,2 \pm 0,15	7,9 \pm 0,72	1,6 \pm 0,1	13,0 \pm 0,72
Blandbestånd med lusern	0,1 \pm 0,46	6,9 \pm 0,80	1,1 \pm 0,38	11,8 \pm 0,80

Värden med olika bokstäver i samma kolumn är signifikant ($P < 0,05$) åtskilda.

Diskussion

Av ovanstående resultat kan man konstatera att baljväxterna och gräsen kompletterade varandra med avseende på såväl kväveförsörjning som ljusupptag, vilket ledde till ett merutbyte för blandbestånden jämfört med renbestånden. I jämförelse med renbestånden ledde samodlingen till att: (i) andelen baljväxtfixerat kväve var större, (ii) kvävehalten hos icke-baljväxter var större, (iii) det totala upptaget av markkväve var större, och (iv) baljväxternas ljusupptag var större i

blandbestånden. Det bättre resursutnyttjandet ledde i sin tur till att det fanns lite ogräs iblandbestånden, och en mindre mängd mineraliskt kväve under blandbestånden jämfört med de rena baljväxtbestånden.

Att baljväxter fixerar en större andel kväve i blandbestånd jämfört med renbestånd har tidigare observerats (t.ex. Carlsson och Huss-Danell, 2003). Som förklaring till detta anförs ofta att gräsens upptag av mineraliskt kväve ur markprofilen stimulerar kvävefixeringen. Eftersom kvävefixering är en energikrävande process kan den bättre ljusstillgången för baljväxterna enligt de här presenterade resultaten vara ytterligare en faktor som bidrar till detta fenomen. Det är dock mycket sannolikt att mängden tillfört kväve till ett blandbestånd av baljväxter och gräs påverkar ljusstillgången för baljväxterna. Stora kvävegivor stimulerar gräsens skottbildning så att de bildar täta bestånd. I ett av de regionala försöken i den ovan nämnda studien (Finn *et al.*, 2013) ingick flera kvävenivåer, och där fann man att merutbytet vid samodling påverkades lite av måttliga kvävegödslingsgivor (<150 kg/ha), men uteblev när stora mängder kväve (450 kg/ha) tillfördes (Nyfeler *et al.*, 2009).

Överföring av fixerat baljväxtkväve till icke-fixerande växter har också tidigare rapporterats (Pirhofer-Waltzl *et al.*, 2012). Mängden överfört kväve förefaller dock bero både på den kvävefixerande arten och på den icke-fixerande arten. Där flera arter har jämförts har storleken på mängden överfört kväve varit vitklöver > rödklöver > lusern (Pirhofer-Waltzl *et al.*, 2012). I här rapporterat försök tog gräsen inte upp mer kväve från blandbestånden med både rödklöver och lusern jämfört med det blandbestånd som bara innehöll rödklöver. Detta talar för att rödklöver stod för majoriteten av det överförda fixerade kvävet. Eftersom rödklöverandelen minskade med tiden, men inte luserandelen, torde den troliga källan vara omsättning och mineralisering av material från döda rödklöverplantor. Dessutom, även om lusern bidrar med dött organiskt material i markprofilen (vilket är troligt) är denna art mycket bra på att själv ta upp mineraliskt kväve (Tomm *et al.*, 1995). Detta kan förklara varför lusern hade en lägre andel fixerat kväve jämfört med rödklöver. Gräsen tog upp merparten av det tillgängliga mineraliserade baljväxtkvävet, vilket också tidigare rapporterats (Pirhofer-Waltzl *et al.*, 2012). En förklaring till detta skulle kunna vara att gräsen har merparten av sitt rotsystem i det skikt där även omsättningen av dött baljväxtmaterial torde ske, samt att gräs är mycket snabba på att ta upp mineraliskt kväve (Léon *et al.*, 1995), vilket djuprotade örter inte är (t.ex. Temperton *et al.*, 2007). Slutligen kan man konstatera att ur miljösynpunkt är det inte fördelaktigt att odla baljväxter i renbestånd, eftersom de icke-fixerande växterna bidrog till att minska risken för kväveläckage från markprofilen.

Samodlingen av växter ledde i detta försök till ett ökat utnyttjande av resurserna kväve och ljus vilket fick till följd att de osådda växterna – ogräsen – fick en mindre chans till både etablering och produktion av biomassa. Renbeståndet av engelskt rajgräs var dock nästan lika fritt från ogräs som blandbestånden vilket inte kan förklaras med vare sig ljusutnyttjande (detsamma som för timotej) eller kväveupptag i den skördade biomassan (detsamma som för timotej). Eftersom allelopati kunde uteslutas (Frankow-Lindberg, 2012) är en tänkbar orsak i stället att arten har ett utbrett rotsystem som effektivt tar upp och lagrar kväve.

Leder samodling alltid till ett merutbyte jämfört med odling av renbestånd? Det är tämligen klart från här nämnda studier att baljväxternas kvävefixering spelar en stor roll för att ett merutbyte ska uppstå vid samodling. Men, som nämnts ovan, kan en stor tillförsel av kväve minska eller ointetgöra effekten. Likaså var avkastningen från de rena baljväxtvallarna lika stor som den från blandbestånden i här redovisade försök, vilket antyder att det också behövs konkurrens-

starka och högavkastande gräs (som i studien redovisad av Finn *et al.* 2013) i blandbeståndet för att samodlingseffekten ska bli stor. Matchningen av arter är därför viktig för att samodlingseffekten ska bli stor. I studien av Finn *et al.* (2013) ingick också såväl röd- som vitklöver, baljväxter som båda bidrar med mineraliserat fixerat kväve till markprofilen via omsättning av dött plantmaterial (vitklöver omsätter stoloner årligen). Lusern och andra uthålliga baljväxter kan därför inte alltid förväntas bidra med kväve på samma sätt som röd- och vitklöver under vallens livstid. De valda gräsen spelar också roll. I här redovisad studie gynnades engelskt rajgräs mer än timotej av baljväxterna (inte redovisat). Kanske för att det är ett konkurrenskraftigt gräs med förmåga att ta upp mycket kväve. Det är också sannolikt att engelskt rajgräs spelade en viktig roll för den ogräshämmande effekten i blandbestånden. Mer subtila skillnader i egenskaper mellan arter kan därför spela en roll för stabiliteten i avkastningen över tiden. I studien av Finn *et al.* (2013) bidrog t.ex. ett samspel mellan snabbt och långsamt etablerade arter till den positiva samodlingseffekten. Detta är kanske en effekt som kan förfinas. I det här presenterade försöket ökade t.ex. timotejandelen från första till andra årets vall när andelen engelskt rajgräs minskade, trots det intensiva skördesystemet.

Referenser

- Carlsson G. och Huss-Danell K. (2003) Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant and Soil* 253, 353–372.
- Finn J.A., Kirwan L., Connolly J., Sebastià M.T., Helgadottir A., Baadshaug O.H., Bélanger G., Black A., Brophy C., Collins R.P., Cop J., Dalmansdóttir S., Delgado I., Elgersma A., Fothergill M., Frankow-Lindberg B.E., Ghesquiere A., Golinska B., Golinski P., Grieu P., Gustavsson A.M., Höglind M., Huguenin-Elie O., Jørgensen M., Kadziulienė Z., Kurki P., Llurba R., Lunnan T., Porqueddu C., Suter M., Thumm U. och Lüscher A. (2013) Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively-managed grassland mixtures: a three-year continental-scale field experiment. *Journal of Applied Ecology* 50, 365–375.
- Frankow-Lindberg B.E. (2012) Grassland plant species diversity decreases invasion by increasing resource use. *Oecologia* 169, 793–802.
- Frankow-Lindberg B.E. och Dahlin A.S. (2013) N₂ fixation, N transfer and yield in grassland communities including a deep-rooted legume or non-legume species. *Plant and Soil* 370, 567–581.
- Frankow-Lindberg B.E. och Wrage-Moennig N. (2013) Light availability is improved for legume species grown in moderately N fertilized mixtures with non-legume species. Manuskript under bedömning.
- Julén G. (1956) Principer vid uppgörandet av vallfröblandningar. I: Allmänna Svenska Utsädesaktiebolaget, katalog för 1956, s. 50.
- Kahmen A., Perner J. och Buchmann N. (2005) Diversity-dependent productivity in semi-natural grasslands following climate perturbations. *Functional Ecology* 19, 594–601.
- Léon M., Lainé P., Ourry A. och Boucaud J. (1995) Increased uptake of native soil nitrogen by roots of *Lolium multiflorum* Lam. after nitrogen fertilization is explained by a stimulation of the uptake process itself. *Plant and Soil* 173, 197–203.
- Nyfeler D., Huguenin-Elie O., Suter M., Frossard E., Connolly J. och Lüscher A. (2009) Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. *Journal of Applied Ecology* 46, 683–691.
- Osvald H. (1962) Vallodling och växtföljder. Uppkomst och utveckling i Sverige. Almqvist & Wiksells, Uppsala, 146 s.
- Pirhofer-Walzl K., Rasmussen J., Høgh-Jensen H., Eriksen J., Sørensen K. och Rasmussen J. (2012) Nitrogen transfer from forage legumes to nine neighbouring plants in a multi-species grassland. *Plant and Soil* 350, 71–84.
- Temperton V.M., Mwangi P.N., Scherer-Lorenzen M., Schmid B. och Buchmann N. (2007) Positive interactions between nitrogen-fixing legumes and four different neighbouring species in a biodiversity experiment. *Oecologia* 151, 190–205.
- Tomm G.O., Walley F.L., van Kessel C. och Slinkard A.E. (1995) Nitrogen cycling in an alfalfa and brome grass sward via litterfall and harvest losses. *Agronomy Journal* 87, 1078–1085.

Hur ska ett vallgräs se ut för att ha bra näringsvärde?

A.-M. Gustavsson

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

Korrespondens: Anne-Maj.Gustavsson@slu.se

Sammanfattning

Val av skördetidpunkt i vallen är ett av mjölkproducenternas viktigaste beslut. Därför krävs det kunskaper om hur beståndet utvecklas runt tidpunkten för skörd. Skördar man för tidigt i första skörd, förlorar man en stor mängd högkvalitativt vallfoder och om man skördar för sent får man en stor mängd med låg näringskvalitet. Anatomi och morfologi har stor betydelse för främst smältbarheten i första skörd, och det skiljer sig dels mellan timotejsorter med olika tidighet, dels mellan strågräs, här representerat av timotej, och bladgräs, här representerat av ängssvingel. De tidigaste skotten i ängssvingelbeståndet utvecklade vippor (stadium 50) tidigare än hos timotej. Därför skulle man kunna tro att energihalten alltid sjunker snabbare hos ängssvingel än hos timotej, men den större andelen av ängssvingelns skott som hade fått synliga ax vid 87 % VOS uppvägdes av en större viktsandel som var kvar i bladstadiet hos ängssvingel än hos timotej, och ängssvingeln kom ner till 87 % VOS i medeltal 5 dagar senare än Grindstad.

Introduktion

En gräsplantas inre och yttre utseende (anatomi och morfologi) har stor betydelse för dess näringsvärde, främst dess smältbarhet. Det är främst utvecklingsstadiet som bestämmer smältbarheten men även artegenskaper, kvävegödsling, dagslängd och väderfaktorer (ljusinstrålning, temperatur och vattentillgång) kan ha betydelse.

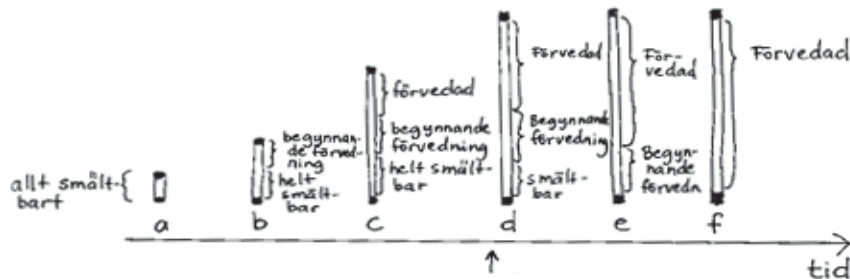
När ett gräsbestånd växer och blir äldre förändras utvecklingsstadiet hos de skott som beståndet består av. Alla skott utvecklas inte lika snabbt, utan beståndet blir en blandning av skott med olika utvecklingsstadier och det kan finnas så mycket som sex olika stadier samtidigt när det första skottet i ett gräsbestånd får ax/vippa. Näringsvärdet hos beståndet bestäms av de samlade egenskaperna av de skott som beståndet består av.

Tidigt på våren är alla skott i bladstadium. Det riktiga strået har inte utvecklats ännu utan skottets apikala tillväxtpunkt finns nere vid markytan och därifrån växer det upp nya bladslidor och bladskivor från noder på meristemet. Bladslidorna växer inuti varandra så att de tillsammans ser ut som ett strå, men det är ett "falskt strå" (pseudostam). Bestånd som bara består av skott i bladstadium i vårtillväxten har hög smältbarhet.

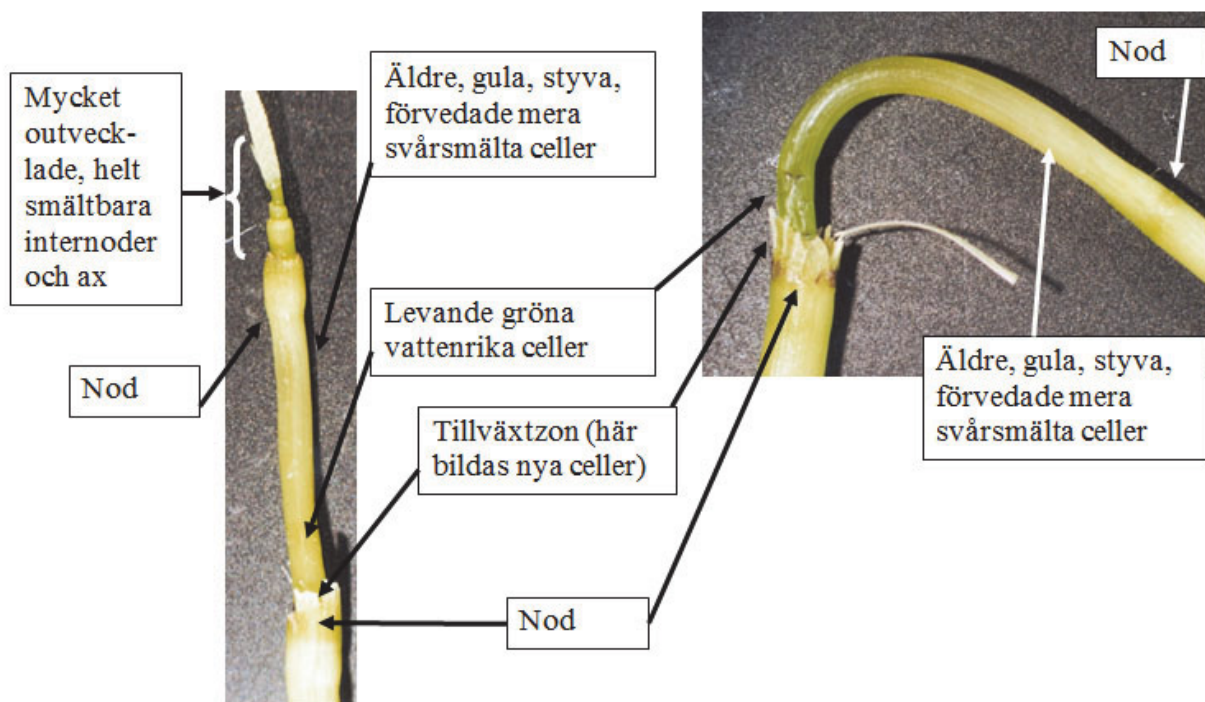
När skottet blominduceras/initieras upphör den apikala tillväxtpunkten att producera bladanlag och producerar ett anlag för strå/vippa istället. Det gör att ett riktigt strå börjar utvecklas genom att celldelning sätter igång vid de noder som finns vid markytan. Först bildas den nedersta internoden och den apikala tillväxtpunkten förskjuts uppåt, och därefter börjar den näst nedersta noden att utveckla sin internod. När noder och internoder blir så stora att man kan känna och se dem kommer skottet in i nodstadiet. Internodernas innehåll av strukturella substanser avgör skottets smältbarhet.

Tillväxten och förändringen hos en internod visas i figur 1. När det bildas nya celler i den nedre delen av noden genom celldelning trycks de äldre cellerna uppåt så att de nyaste cellerna är längst ner och de äldsta cellerna längst upp. Cellerna genomgår en normal utveckling så att det

först bildas primära cellväggar som genomgår cellsträckning. Därefter bildas sekundära cellväggar. Det bildas olika typer av celler med mer eller mindre tjock cellvägg. När internoden har nått sin slutliga längd fortsätter förvedningen tills hela internoden är förvedad.



Figur 1. En internods utveckling. Från början är hela internoden i stort sett helt smältbar. Längdtillväxten fortgår till och med fas d. Därefter sker ytterligare förvedning av internoden.



Figur 2. Timotejstrå där bladslidorna är borttagna så att noder och internoder har blivit synliga. Cellerna strax ovanför noden/tillväxtzonen är levande och har hög smältbarhet. Ju högre upp på internoden man kommer desto äldre blir cellerna. De förvedas och blir mer svårsmälta. Till höger har internoden böjts för att illustrera hur böjlig den nedre delen är och hur styv den övre delen är.

Till vänster i figur 2 visas ett timotejstrå, där bladskivor och bladslidor har skalats bort så att bara strået med noder, internoder och blivande ax/vippa är kvar. Axet/vippan befinner sig ännu långt nere dolt av bladslidor så att strået klassificeras som tillhörande nodstadiet. Axet/vippan är relativt välutvecklat, men är fortfarande mjukt och mycket smältbart. Ju mer strået tillväxer desto mer strukturella substanser (cellulosa, hemcellulosa och lignin) inlagras i internoderna och desto stabilare (stråstyvare) blir dessa. Det inlagras även strukturella substanser i bladslida och blad så att dessa kan hållas upprätta. Strukturella substanser i bladskivorna gör att växten kan ta upp solljus mera effektivt eftersom bladen inte skuggar varandra så mycket. Solljus kan ofta infångas av 3–4 blad samtidigt hos t.ex. timotej.

När det sista bladet (flaggbladet) är färdigutvecklat, stadium 39, blir det ingen mera tillväxt av blad på skottet. Tillväxten av strået fortsätter fram till att axet/vippan har vuxit upp. När flaggbladet vuxit upp blir det en första påminnelse att det är dags att skörda. Så småningom har axet/vippan skjutits upp så att dess topp har kommit in i flaggbladets bladslida (stadium 45). Det är det viktigaste stadiet för att beskriva optimalt utvecklingsstadium för skörd till högproducerande mjölkkor.

Material och metoder

Projektet har utförts på Röbbäcksdalen i Umeå under åren 2003–2006. Art/sort var timotej Grindstad, timotej Jonatan och ängssvingel Kasper. Försöket skördades 3–4 gånger under vartillväxten fram till första skörd och 2–4 gånger under sommartillväxten. Vid varje skördetillfälle klipptes prover för hand för att bestämma bladandel, utvecklingsstadium och näringsvärde. Proverna torkades vid 60°C i 48 h. Ogräs och döda växtdelar sorterades bort. Kemiska analyser har gjorts bl.a. för NDF, råprotein, aska och VOS. Utvecklingsstadium bestämdes med hjälp av Gustavsson (2011), stadierna presenteras i tabell 1.

Resultat och diskussion

Förändring i utvecklingsstadium

Nodstadiet (stadium 31) uppnåddes hos de första skotten mellan 3 juni och 7 juni de här fyra åren (tabell 1). Grindstad var alltid tidigare än Jonatan, och Kasper var ibland någon dag tidigare och ibland senare än Grindstad. Det var större skillnad vid vilket datum utvecklingsstadium 39 (flaggbladets bladskivebas synligt) uppnåddes för de olika arterna/sorterna. Grindstad var mellan 1,5 och 6 dagar tidigare än Jonatan. Kasper var alltid tidigare än Jonatan, men kunde vara både tidigare och senare än Grindstad. Därefter kommer det viktigaste stadiet för att beskriva optimalt utvecklingsstadium för skörd till högproducerande mjölkkor, stadium 45 ”axets/vippans topp har växt in i flaggbladets bladslida”. Nu börjar smältbarheten/energihalten sjunka snabbt. Under de undersökta åren har Grindstad kommit till stadium 45 i genomsnitt cirka 2 dagar tidigare än Jonatan, medan Kasper aldrig var senare än Jonatan men kunde vara både tidigare och senare än Grindstad (tabell 1).

Tabell 1. Datum i juni när första skottet uppnått olika utvecklingsstadier, medeltal för åren 2003–2006 och spridning mellan år i Umeå

Stadium	Medeltal			Tidigaste och senaste datum		
	Jonatan	Grindstad	Kasper	Jonatan	Grindstad	Kasper
31	6,3	5,1	5,5	5–7	3–7	4–7
39	18,1	14,4	13,6	15–20	14–16	13–20
45	20,3	18,1	17,0	19–23	16–21	13–21
50	23,4	20,8	19,5	23–24	20–22	18–21
59	28,5	24,8	25,7	28–30	24–26	22–30

31: nodstadium; 39: flaggbladsstadium; 45: axet/vippan växer in i flaggbladets bladslida; 50: första småaxet synligt ovanför flaggbladets bladskivebas; 59: det ax-/vippbärande strået blir synligt ovanför flaggbladets bladskivebas (Gustavsson, 2011).

Stadium 50 ”första småaxet synligt ovanför flaggbladets bladskivebas” uppnåddes först i ängssvingel alla fyra åren. Det innebär att läroböckernas uppgift om att ängssvingel utvecklas snabbt.

bare än timotej har gällt för att uppnå stadium 50, men inte för de andra stadierna. Kasper var i genomsnitt en dag tidigare än Grindstad och Jonatan var i genomsnitt 2,5 dagar senare än Grindstad (tabell 1). Grindstad uppnådde däremot stadium 59 ”hela axet/vippan synlig ovanför flaggbladets bladskivebas” tidigare än Kasper under tre av de fyra åren, och var senare än Kasper år 2005. Jonatan uppnådde alltid stadium 59 sist av alla.

Sambandet mellan smältbarhet/energihalt och utvecklingsstadium

De tidigaste skotten i ängssvingelbeståndet utvecklade vippor (stadium 50) tidigare än hos timotej (tabell 1). Därför skulle man kunna tro att energihalten alltid sjunker snabbare hos ängssvingel än hos timotej. Den större andelen av ängssvingelns skott som hade fått synliga ax vid 87 % VOS (29 viktsprocent jämfört med 3 respektive 9 viktsprocent för Jonatan och Grindstad), uppvägdes dock av en större viktsandel som var kvar i bladstadiet (stadium 11–19) hos ängssvingel än hos timotej (i medeltal 28 viktsprocent jämfört med 2 viktsprocent för timotejsorterna), och ängssvingeln kom ner till 87 % VOS i medeltal 5 dagar senare än Grindstad. Andelen som stannar kvar i bladstadiet styrs av temperatur, ljusinstrålning, dagslängd samt kväveförhållanden och varierade mycket mellan åren. Under de här fyra åren kom ängssvingeln ner till 87 % VOS från en dag tidigare än Grindstad till 7 dagar senare beroende på årsmån. Andelen som var kvar i bladstadiet varierade från 51 % till 8 %.

När det gäller timotejsorterna kom Grindstad ner till 87 % VOS cirka 1,5 dagar tidigare än Jonatan i första skörd (2 dagar; 0,5 dagar; 2 dagar; 1,5 dagar).

Tabell 2. Antalet dagar mellan det att första skotten har kommit in i stadium 45 och att smältbarheten kommit ner till 87 % VOS (11 MJ/kg ts vid normal askhalt)

	Jonatan	Grindstad	Kasper
2003	1,0	1,5	7,0*
2004	2,5	2,5	6,5*
2005	0,0	2,5	2,0
2006	1,5	2,0	11,5
Medel	1,3	2,1	6,8*

VOS: smältbarhet uttryckt som vomvätskelöslig organisk substans (%). * Osäkert värde

Antalet dagar från det att första skotten uppnådde stadium 45 till att beståndet kom ner till 87 % VOS varierade mellan 2 och 11,5 dagar hos Kasper och var i medeltal cirka 7 dagar. Hos Jonatan och Grindstad var variationen mellan år mindre, och antalet dagar mellan det att första skottet kom in i stadium 45 fram till att smältbarheten kommer ner till 87 % VOS var i medeltal 1,3 dagar hos Jonatan och 2,1 dagar hos Grindstad (tabell 2).

Projektet har finansierats av Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige (RJN) och av Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF).

Referenser

- Gustavsson A.-M. (2011) A developmental scale for perennial forage grasses based on the decimal code framework. *Grass and Forage Science* 66, 93–108. doi:10.1111/j.1365-2494.2010.00767.x
- Gustavsson A.-M. How digestibility is interconnected to developmental stage of timothy and meadow fescue (manuskript).

Näringskvalitet i olika vallgräs

M.A. Halling¹ och J. Jansson²

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala

²Hushållningssällskapet/Rådgivarna i Sjuhärad, Länghem

Korrespondens: magnus.halling@slu.se

Sammanfattning

Analyser av näringskvalitet har gjorts rutvis vid fem olika tillfällen i ett antal marknadssorter i timotej, ängssvingel, rörsvingel, rörsvingelhybrider, rajsvingel och engelskt rajgräs. Resultaten visar att timotejsorterna uppför sig enhetligt mellan platser, år och provtagningstillfällen. Där- emot har sorter av engelskt rajgräs, rajsvingel, rörsvingel och rörsvingelhybrid ett samspel med provtagningstillfälle för NDF-innehåll och energiinnehåll, vilket innebär att de förändrar sig olika över tiden. Skillnader mellan sorter inom art erhöles, men valet av sort eller sortblandning av vallgräs påverkar bara till viss del näringskvaliteten. Än större betydelse har dock *skörde- tidpunkten*. Förändringar i innehåll av fiber och energi kan vara väl så snabba i återväxten som i första skörd. Det finns också variationer i näringskvalitet mellan olika platser och år som inte orsakas av sortval och som därmed är svåra att påverka. Samspelet mellan plats, skördeår och provtagningstillfälle var starkare än mellan sort och plats för alla arter, vilket betyder att här finns de största variationerna, vilka inte påverkas av sortskillnader.

Introduktion

Fiberkvaliteten uttryckt som iNDF (icke nedbrytbar fiber) ökar med mognadsstadiet hos vallgräs (Nordheim-Viken och Volden 2009). Väder som temperatur samspelar med mognasstadiet i hur iNDF förändras. I systemet NorFor är iNDF ett viktigt mått i fodervärderingen för idisslare (Åkerlind *et al.*, 2011). Olika vallväxtarter har olika tidpunkt för axgång och därmed i regel olika tidpunkter för optimalt skördetillfälle. Tidigast av de vanligaste använda gräsarterna är hundäxing följt av ängssvingel/rörsvingel/rörsvingelkorsningar, tidigt rajgräs, medelsent raj- gräs/rajsvingel/hybridrajgräs, timotej och sent engelskt rajgräs. Olika arter/sorter har olika förmåga att behålla energivärdet kring axgång. Engelskt rajgräs och hybridrajgräs framstår som bäst i detta avseende. Speciellt hybridrajgräs, italienskt rajgräs och vissa rajsvinglar verkar behålla bra energivärde med relativt låga fiberhalter vid och strax efter axgång (Johansson, 1995). Det förekommer tidighetsskillnader mellan sorterna i alla arter. Den skillnaden är inte så stor i t.ex. ängssvingel och rörsvingel men betydande i t.ex. engelskt rajgräs. Inom timotej finns i dag på marknaden såväl tidiga som sena sorter avseende axgång. Syftet med projektet var att noga följa utvecklingen av näringsvärdet kring första och andra skörden för ett antal marknadssorter i timotej, ängssvingel, rörsvingel, rörsvingelhybrider, rajsvingel och engelskt rajgräs på ett antal platser i södra och mellersta Sverige.

Material och metoder

Projektet genomfördes under två år i 19 officiella sortförsök i första årets vall på tre platser på någon av Hushållningssällskapetets försöksstationer i Halland, på sydsvenska höglandet, på Gotland och i Enköping. Provtagning för bestämning av näringskvalitet skedde en vecka innan skörd 1, vid skörd 1, en vecka efter skörd 1 samt en vecka innan skörd 2 och vid skörd 2, dvs.

vid totalt fem provtagningstillfällen. Förstaskörden togs samtidigt för alla sorter vid mätarens ax/vippgång (halva axen var synligt på hälften av skotten). Ängsvingelförsöken (ÄF) skördades i medeltal den 2 juni, engelskt rajgräsförsöken (ERF) den 5 juni och timotejförsöken (TF) den 9 juni. Andriskörden skedde i medeltal 39 dagar efter förstaskörden i ÄF samt 37 resp. 40 dagar i ERF och TF. Vid varje provtagning analyserades näringskvaliteten för smältbarhet (VOS), fibrer (NDF, g/kg ts) och icke smältbar fiber (iNDF, g/kg NDF). iNDF bestämdes med NIR-analys och VOS och NDF med våtkemiska referensmetoder (Eurofins, 2014). Omsättbar energi (MJ/kg ts) beräknades från VOS (Åkerlind *et al.*, 2011). Båda tillväxtperioderna (maj–juli under 2009–2010) utmärktes av en varm maj och juli på alla platser. Däremot hade juni mer normala temperaturer. Juni var nederbördsrik 2009 och juli var nederbördsrik båda åren. Övriga månader hade en mer normal nederbörd. Statistisk bearbetning genomfördes med mixed Model i programpaketet SAS.

Resultat och diskussion

Resultaten visar att näringskvaliteten för timotejsorterna uppförde sig enhetligt mellan platser, år (årsmån) och provtagningstillfällen (skördetid). Däremot fanns det skillnader mellan sorterna hos de övriga arterna i hur innehållet av fiber och energi påverkades av skördetid. Runt första skörd ökade oftast innehållet av fiber medan innehållet av energi minskade, vilket i de flesta fall också gäller för andra skörd. Det fanns också en tydlig effekt av plats, skördeår och provtagningstillfälle inom alla arter (oavsett sort), vilket betyder att flera betydande icke sortrelaterade variationer kan påverka näringsinnehållet hos en sort.

Timotejsorten Ragnar hade en tendens till lägre NDF-halt än övriga sorter en vecka före skörd 1 (tabell 1). Skillnaden är dock inte statistiskt säker. Vid skörd 1 hade Ragnar dock en säkert lägre NDF-halt än Lischka (12 g), men inte jämfört med Grindstad och Switch. En vecka efter skörd 1 fanns inga säkra skillnader mellan sorterna. En vecka före skörd 2 hade Switch och Grindstad lägre NDF-halt än övriga sorter. Vid skörd 2 fanns däremot inga sortskillnader. Ragnar hade högst energivärde vid de tre tidpunkterna i samband med skörd 1. En vecka före skörd 1 fanns inga säkra skillnader mellan Grindstad, Switch och Lischka. Däremot hade Ragnar 0,2–0,4 MJ högre energivärde. Switch hade lägst energihalt vid skörd 1 och en vecka efter skörd 1. Vid de två tidpunkterna vid skörd 2 hade Lischka lägst energivärde.

Tabell 1. Förändring av NDF och MJ vid provtagningstillfällena i timotej

Sort	Provtagningstillfälle				
	7 dagar före 1	Skörd 1	7 dagar efter 1	7 dagar före 2	Skörd 2
<i>NDF (g/kg ts)</i>	<i>(p: sort = NS, p: tillfälle = 0,001, p: sort * tillfälle = NS)</i>				
Grindstad	589	619	613	597	606
Lischka	591	625	609	609	610
Ragnar	584	613	609	608	611
Switch	579	612	615	589	606
<i>LSD</i>	8	8	8	8	8
<i>MJ (per kg ts)</i>	<i>(p: sort = 0,001, p: tillfälle = 0,001, p: sort * tillfälle = NS)</i>				
Grindstad	10,4	10,3	10,2	10,7	10,2
Lischka	10,5	10,1	10,2	10,2	9,9
Ragnar	10,8	10,5	10,4	10,5	10,2
Switch	10,6	9,9	9,9	10,5	10,2
<i>LSD</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

LSD = minsta signifikanta skillnaden om $p < 0,05$.

De oftast högre näringsvärdena för sorten Ragnar i jämförelse Switch, Grindstad och Lischka vid samma tillfälle beror till stor del på att Ragnar är ca tre dagar senare i sin botaniska utveckling än övriga sorter och dessutom har sorten större bladandel (data visas inte).

Det fanns ingen statistiskt säker skillnad mellan sorterna Hykor (rörsvingelhybrid), Swaj och Kora (båda rörsvingel) enligt tabell 2. Detta gäller för såväl NDF-halt som energivärde och vid alla tidpunkter. Jämfört med Sigmund hade Hykor, Swaj och Kora en antydning till högre NDF-halt och lägre energivärde kring skörd 1, men ett omvänt förhållande gällde kring skörd 2. Skillnaden vid skörd 1 kan bero på högre stråandel hos Sigmund (data visas inte). Hykor, Swaj och Kora hade trots avsaknad av strå i skörd 2 hög NDF-halt (ca 520 g).

Tabell 2. Förändring av NDF och MJ vid provtagningstillfällena i ängssvingel, rörsvingelhybrid (RSH) och rörsvingel (RÖS)

Sort	Provtagningstillfälle				
	7 dagar före 1	Skörd 1	7 dagar efter 1	7 dagar före 2	Skörd 2
<i>NDF (g/kg ts)</i>	<i>(p: sort * tillfälle = 0,001)</i>				
Felina (RSH)		534	536	526	537
Hykor (RSH)		532	540	521	524
Kora (RÖS)		525	531	526	533
Sigmund		540	560	492	506
Swaj (RÖS)		529	532	515	523
<i>LSD</i>		21	21	21	21
<i>MJ (per kg ts)</i>	<i>(p: sort * tillfälle = 0,001)</i>				
Felina (RSH)		11,0	10,5	11,2	10,6
Hykor (RSH)		10,8	10,4	10,9	10,9
Kora (RÖS)		10,8	10,4	11,3	10,7
Sigmund		10,6	10,2	11,7	10,9
Swaj (RÖS)		11,0	10,8	11,1	10,9
<i>LSD</i>		0,4	0,4	0,4	0,4

LSD = minsta signifikanta skillnaden om $p < 0,05$.

Skillnader fanns i NDF-innehåll mellan det engelska rajgräset (Malta och Birger) och rajsvinglarna (Felopa och Perun) enligt tabell 3. Anledningen är troligtvis den högre stråandelen (data visas inte) hos rajsvinglarna, speciellt i skörd 2. Felopa hade högst NDF-halt kring skörd 1 och Perun kring skörd 2. Perun hade vid skörd 2 det klart lägsta energivärdet bland de fyra sorterna (0,7 MJ lägre än Birger). Det tidiga engelska rajgräset Malta hade högre energivärde (+0,3 MJ) än det medelsena Birger vid skörd 1, men vid skörd 2 var förhållandet det omvända.

Timotejsorten Switch hade högre innehåll av NDF och iNDF (båda som g kg ts) än Hykor (rörsvingelhybrid), Swaj (rörsvingel) under alla år och vid alla provtagningstillfällen runt skörd 1 enligt tabell 4. Enligt detta så har timotej högre innehåll av iNDF än de andra två arterna rörsvingelhybrid och rörsvingel. Underlaget är dock lite osäkert eftersom det bara finns en sort av varje art. Det fanns få signifikanta skillnader mellan rörsvingelhybrid (Hykor) och rörsvingel (Swaj), vilket visar på dessa arter är ganska lika i fiberinnehåll och fiberkvalitet under varierande mognad och platsförhållanden (väderlek).

Tack framförs till Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF, projekt H0841008) som finansierade projektet.

Tabell 3. Förändring av NDF och MJ vid provtagningstillfällena i engelskt rajgräs och rajsvingel (RS)

Sort	Provtagningstillfälle				
	7 dagar före 1	Skörd 1	7 dagar efter 1	7 dagar före 2	Skörd 2
<i>NDF (g/kg ts)</i>	<i>(p: sort * tillfälle = 0,027)</i>				
Felopa (RS)	472	530	534	513	537
Malta	444	494	517	499	541
Perun (RS)	460	509	521	546	568
SW Birger	466	496	507	507	526
<i>LSD</i>	25	25	25	25	25
<i>MJ (per kg ts)</i>	<i>(p: sort * tillfälle = 0,021)</i>				
Felopa (RS)	11,7	11,0	10,8	11,1	10,6
Malta	12,0	11,5	11,0	11,2	10,6
Perun (RS)	11,6	11,2	10,9	10,6	10,2
SW Birger	11,7	11,2	11,1	11,2	10,9
<i>LSD</i>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

LSD = minsta signifikanta skillnaden om $p < 0,05$

Tabell 4. Fiberinnehåll (NDF) och osmältbar fiber (iNDF) i Hykor (rörsvingelhybrid), Swaj (rörsvingel) och Switch (timotej) runt första skörd 2009–2011

Skördeår och provtagning*	NDF, g/kg ts			iNDF, g/kg ts		
	Hykor	Swaj	Switch	Hykor	Swaj	Switch
2009						
1	498 ^{rst}	518 ^{opqrst}	608 ^{ghijk}	21 ^{yz}	21 ^{yz}	98 ^{iklm}
2	540 ^{lmnopq}	548 ^{lmno}	613 ^{fghijk}	57 ^{stuv}	46 ^{uvwxy}	122 ^{cdef}
3	558 ^{lm}	547 ^{lmnop}	622 ^{defghijk}	70 ^{pqrs}	62 ^{rst}	114 ^{defghi}
2010						
1	487 ^t	450 ^u	564 ^l	12 ^z	11 ^z	69 ^{pqrs}
2	506 ^{rst}	506 ^{rst}	637 ^{cdefg}	16 ^z	22 ^{yz}	104 ^{hijk}
3	561 ^{lm}	557 ^{lm}	609 ^{ghijk}	17 ^z	51 ^{tuvw}	127 ^{bcd}
2011						
1	522 ^{nopqrs}	509 ^{qrst}	614 ^{efghijk}	44 ^{vwxy}	35 ^{xy}	123 ^{cde}
2	557 ^{lm}	561 ^{lm}	669 ^{ab}	68 ^{qrs}	63 ^{rst}	137 ^{abc}
3	599 ^k	599 ^{ik}	649 ^{bcd}	88 ^{lmno}	84 ^{mnop}	143 ^a

*1 = 7 dagar före axgång, 2 = axgång och 3 = 7 dagar efter axgång.

^{a,b,c} Led som inte innehåller samma bokstav inom varje variabel är signifikant skilda åt ($p < 0,05$).

Referenser

Eurofins. (2014) Eurofins Food & Agro Testing Sweden AB, Lidköping. Hemsida: <http://www.eurofins.se/>.Nordheim-Viken H. och Volden H. (2009) Effect of maturity stage, nitrogen fertilization and seasonal variation on ruminal degradation characteristics of neutral detergent fibre in timothy (*Phleum pratense* L.). *Animal Feed Science and Technology* 149, 30–59.

Johansson L. (1995) Utveckling, tillväxt och fodervärde i gräsvall från vegetativt stadium till blomning. SLU, Institutionen för växtodlingslära. Seminarier och examensarbeten 914. Uppsala.

Åkerlind M., Weisbjerg M., Eriksson T., Thøgersen R., Udén P., Ólafsson B.L., Harstad O.M. och Volden H. (2011) Feed analyses and digestion methods. I: Volden H. (reds.) NorFor – The Nordic feed evaluation system. Wageningen Academic Publishers, Netherlands, s. 41–54.

Breddat skördefenster – möjligheter och begränsningar

N. Nilsdotter-Linde¹, M.A. Halling¹ och J. Jansson²

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsökologi, Uppsala

²Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem

Korrespondens: Nilla.Nilsdotter-Linde@slu.se

Sammanfattning

Målet med försöksserie R6-L6-4562 var att undersöka om en vallfröblandning till slåttervall innehållande sena arter och sorter skördad sent kan ge samma avkastning och näringskvalitet som en blandning med tidigare arter och sorter skördad tidigt. Syftet var att få en breddning av skördefenstret i första skörden. Ett medeltal för tre vallår (2007–2009) på tre platser (Jönköping, Kalmar och Rådde) visade att en breddning av skördefenstret med ca 9 dagar i förstaskörden var möjlig genom att använda dels en blandning innehållande tidiga sorter av timotej, ängssvingel, engelskt rajgräs och klöver, dels en med sena sorter av timotej, engelskt rajgräs och klöver. Det blev lika stor avkastning i *första skörd* i den tidiga blandningen skördad tidigt som i den sena skördad sent. Fiberhalten var något lägre i den sena blandningen. Några säkra skillnader i energiinnehåll kunde inte fastställas. Plats och årsmån hade stor inverkan på *totalavkastningen* hos blandningarna. Energiinnehållet blev likvärt, medan den sena blandningen gav lägre fiberhalt. Den sena blandningen med stor andel engelskt rajgräs kan bli känslig för utvintring. Använder man både sena och tidiga fröblandningar kan den sena skördad tidigt användas som ”energifoder” för att kombineras med ett baljväxtrikt foder från återväxten.

Introduktion

Det gäller att skörda vallen i rätt tid för att uppnå de höga kvalitetskraven för foder till mjölkkor och växande ungdjur. Olika vallväxtarter har olika tidpunkt för axgång och därmed i regel olika tidpunkter för lämpligt skördetillfälle. Inom en del vallgräsarter finns också stora skillnader i tidighet mellan olika sorter. Inom timotej förekommer det på den svenska sortlistan sena sorter avseende axgång, t.ex. Tundra, Comtal och Motim. Sorten SW Ragnar är enligt Halling (2012a) tre dagar senare än Grindstad, men i enskilda sortförsök kan skillnaden uppgå till 6–7 dagar. Olika arter/sorter har olika förmåga att behålla energivärdet kring axgång. Engelskt rajgräs och hybridrajgräs framstår som bäst i detta avseende (Johansson och Nilsdotter-Linde, 1995; Halling, 2005). National Institute of Agricultural Botany (NIAB, 2009) anger ett möjligt skördefenster på tre veckor i England genom att välja olika sorter av engelskt rajgräs.

Ett sätt att förlänga skördefenstret är att i en blandning välja arter och sorter som tillsammans ger ett långsammare försämrat energivärde över tiden. Ett annat sätt kan vara att så flera blandningar som har sin optimala skörd vid olika tidpunkter. Syftet med projektet var att undersöka om en vallfröblandning till slåttervall innehållande sena arter och sorter skördad sent kan ge likvärdig avkastning och näringskvalitet som en blandning med tidigare arter och sorter skördad tidigt. På så sätt skulle perioden för förstaskörden kunna förlängas så att inte alla vallar på gården eller i en maskinring måste skördas samtidigt för önskad näringskvalitet och mängd.

Material och metoder

Tre försök anlades under 2006 i Jönköping (nmh mo LL), Kalmar (nmh Mo) respektive Rådde (mmh l moränmo) (tabell 1). Utsädesmängden var 20 kg/ha och vallarna såddes in med korn till tröskning, utom i Jönköping där insådd utan skyddsgröda tillämpades. Liggtiden var tre vallår 2007–2009. Som jämförelse till de sena och tidiga blandningarna användes en standardblandning (SW 944) innehållande 15 % timotej Grindstad, 30 % timotej Ragnar, 20 % ängssvingel (Sigmund och Tyko), 20 % engelskt rajgräs Helmer, 10 % rödklöver Sara och 5 % vitklöver Ramona. Denna blandning motsvarar i stort SW Mira 21 idag. I den tidiga blandningen med klöver ingick 25 % timotej Grindstad, 40 % ängssvingel (Sigmund och Tyko), 20 % engelskt rajgräs (Gunne och Baristra), 10 % rödklöver Titus och 5 % vitklöver Ramona. Detta blandningsalternativ förekom också utan klöver och då ingick 30 % timotej, 45 % ängssvingel och 25 % engelskt rajgräs. I de sena blandningarna ingick 40 % timotej (Ragnar och Comtal), 45 % engelskt rajgräs (Herbie och Tivoli), 10 % rödklöver Vivi och 5 % vitklöver Ramona. Utan klöver blev blandningsförhållandena 50 % timotej och 50 % engelskt rajgräs.

Tabell 1. Jämförda vallfröblandningar. Försöket genomfördes i fyra block enligt split-plotdesign med blandningar på småruta

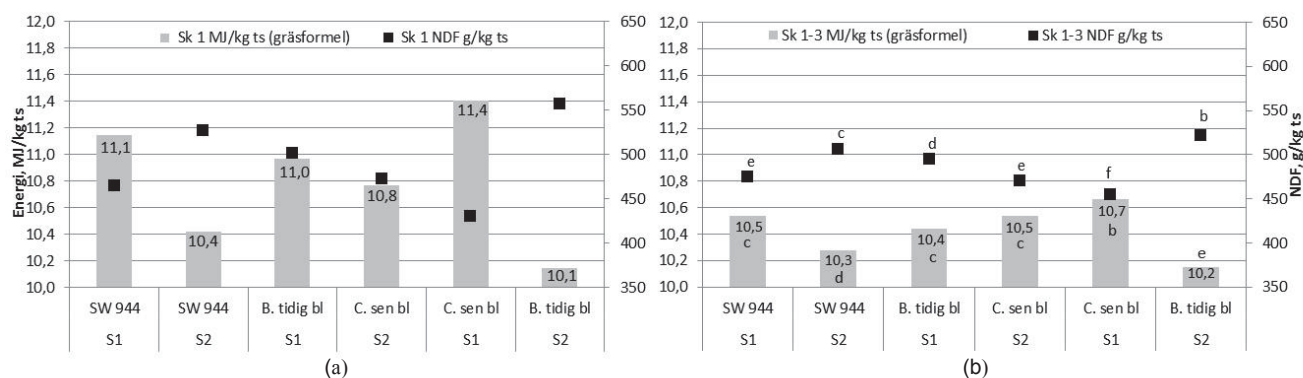
Fröblandningar	Skördetidpunkt under vallåren
A. Standardblandning SW 944 (sorter enligt 2006)	S1. Skörd vid ca 11 MJ för blandning D
B. Tidig blandning med baljväxter	S2. Skörd vid ca 11 MJ för blandning E alt. 10–12 dagar efter S1
C. Sen blandning med baljväxter	
D. Tidig blandning utan baljväxter	
E. Sen blandning utan baljväxter	

Kvävegödslingen under vallåren var totalt 140 kg N/ha år till blandningarna med klöver (55 + 45 + 40 kg N/ha). De rena gräsblandningarna gödslades med 100 + 80 + 60 kg N/ha. Halva försöket skördades när den tidiga gräsblandningen beräknades innehålla ca 11 MJ/kg ts och andra delen när den sena gräsblandningen innehöll ca 11 MJ, alternativt maximalt 10 dagars skillnad i skördetider. Avsikten var att ta återväxtskördarna vid 10,5–11 MJ/kg ts. Andra skörden togs i medeltal 44 dagar efter förstaskörd och tredjeskörden 47 dagar efter andraskörd. Detta innebar att tidpunkten för sista skörd på hösten blev olika för de båda skördetiderna. Botanisk analys utfördes. Näringsinnehållet i de olika blandningarna bestämdes vid varje skördetillfälle med prov från torrsubstansproverna. Råprotein bestämdes enligt Kjeldahl, omsättbar energi enligt VOS-metoden (<50 % baljväxter = gräsformel, ≥50 % baljväxter = baljväxtformel), aska och NDF enligt våtkemisk metod samt iNDF med NIR-analys. Statistisk analys gjordes med SAS-proceduren Mixed. I modellen ingick, förutom de två behandlingsfaktorerna, vallår och plats som fixa variabler.

Resultat

Hypotesen gällde möjligheten att bredda skördefönstret i *första skörd* genom att skörda en tidig blandning med klöver tidigt (led BS1) jämfört med en sen blandning sent (led CS2). Jämförelse kan också göras mellan led DS1 och ES1 utan klöver. En statistisk analys (år * fröblandning * skördetidpunkt) ger $p < 0,058$, vilket vi bedömer vara ett relativt säkert samspel då probvärdet är strax över 0,05. De båda jämförelseleden BS1–CS2 respektive DS1–ES2 skiljde sig inte signifikant åt i avkastning i vall I och BS1–CS2 inte heller i vall III. I andraårsvallen fanns det däremot statistiskt säkra skillnader. Här låg de sent skördade sena blandningarna ca 600–700 kg/ha signifikant högre i avkastning än de tidiga blandningarna skördade tidigt. Rajgräset drabbades endast

av en måttlig utvintring till vall III, där slutenheten på våren i de sena blandningarna låg ca tio procentenheter lägre än de tidigare blandningarna. Vid skördetidpunkt S1 i första skörden tycks den sena blandningen C ha gett större energiinnehåll än den tidiga B och SW 944 (figur 1a), men skillnaderna är inte signifikanta. Detta gällde även vid senare skörd, S2. Den tidiga blandningen med klöver skördad tidigt hade 0,2 MJ större energiinnehåll och 28 g mindre fiberinnehåll per kg ts än den sena blandningen skördad nio dagar senare. I blandningen SW 944 minskade energiinnehållet med 0,7 MJ mellan skördetidpunkterna medan innehållet av NDF ökade med 63 g/kg ts, men dessa skillnader var inte statistiskt säkra. Den tidiga blandningen hade vid S2-skördetidpunkten 10,1 MJ och 556 g NDF/kg ts.



Figur 1. Energiinnehåll (MJ/kg ts) enligt gräsformeln* och fiberhalt (g NDF/kg ts), medeltal av Jönköping, Kalmar och Rådde 2007–2009 i (a) första skörd: energiinnehåll $p < 0,236$, fiberhalt, $p < 0,134$, respektive (b) totalskörd: energiinnehåll $p < 0,001$, fiberhalt $p < 0,011$. *Eftersom baljväxtandelen oftast var $< 50\%$ beräknades energiinnehållet enligt gräsformeln (se Material och metoder).

Tabell 2. Total torrsubstansavkastning (kg ts/ha) och relativt tal med olika skördetidpunkter (Sk-tp) och fröblandningar i Jönköping, Kalmar och Rådde som medeltal av åren 2007–2009

Fröblandning	Sk-tp	Jönköping				Kalmar				Rådde			
		Avkast	Rel		Sk-tp	Avkast	Rel		Sk-tp	Avkast	Rel		Sk-tp
			kg ts/ha	Fröbl			kg ts/ha	Fröbl			kg ts/ha	Fröbl	
A. SW 944	S1	13 290 ^{cde}	100	100		12 390 ^{hij}	100	100		11 270 ^{no}	100	100	
B. Tid bl med bv	S1	14 120 ^{ab}	106	100		12 500 ^{ghi}	101	100		11 560 ^{lmn}	103	100	
C. Sen bl med bv	S1	12 240 ^{hijkl}	92	100		11 860 ^{klmn}	96	100		10 700 ^p	95	100	
D. Tid bl utan bv	S1	u.s.		100		11 980 ^{ijklm}	97	100		11 870 ^{ijklm}	105	100	
E. Sen bl utan bv	S1	u.s.		100		11 570 ^{lmn}	93	100		10 800 ^{op}	96	100	
A. SW 944	S2	13 950 ^{abc}	100	105		11 730 ^{ijlmn}	100	95		12 710 ^{efgh}	100	113	
B. Tid bl med bv	S2	14 230 ^a	102	101		12 130 ^{hijkl}	103	97		13 090 ^{deg}	103	113	
C. Sen bl med bv	S2	13 470 ^{bcd}	97	110		11 350 ^{mnp}	97	96		11 570 ^{lmn}	91	108	
D. Tid bl utan bv	S2	13 260 ^{df}	95			12 390 ^{hik}	106	103		13 460 ^{bcd}	106	113	
E. Sen bl utan bv	S2	12 720 ^{egh}	91			11 430 ^{mno}	97	99		12 010 ^{ijklm}	94	111	
Prob-värde		0,041				0,041				0,041			

Resultat med samma bokstav är inte signifikant skilda åt ($p < 0,05$). u.s. = uppgift saknas.

Gällande den *totala torrsubstansavkastningen* som medeltal över alla tre vallåren så finns samspel mellan skördetidpunkt, fröblandning och såväl år ($p < 0,050$) som plats ($p < 0,041$), varför det är vanskligt att presentera medelvärden. Av tabell 2 framgår att det inte fanns några skillnader mellan den tidiga blandningen skördad tidigt och den sena blandningen skördad sent utom i Kalmarförsöket där den tidiga blandningen skördad tidigt avkastade ca 1 150 kg ts/ha mer (torka mellan S1 och S2). Ser man på den sammanvägda näringskvaliteten över tre år så skilde sig CS2 inte från BS1 gällande energiinnehåll trots att samspelet (skördetidpunkt * fröblandning) var

signifikant ($p < 0,001$) (figur 1b). Däremot blev fiberandelen 25 g NDF/kg ts högre i BS1 ($p < 0,011$). För motsvarande avkastning och råproteinvärden var samspelen inte signifikanta. Avkastningen blev ca 600 kg ts/ha mindre för den sena blandningen medan råproteinhalten blev densamma, ca 150 g/kg ts. Blandningarna C och E som innehöll sen timotej tillsammans med engelskt rajgräs hade mycket låga timotejandelar och höga rajgräsandelar från skörd 2 i vall I till och med vall II. Timotejen ökade till vall III i samtliga led (data visas ej här).

Diskussion

Såväl fröblandningar som sorter varierar över tid, men projektet kan ändå ge generella slutsatser. Leden C och E innehåller en mycket hög andel engelskt rajgräs, 45 respektive 50 %. Enligt tidigare studier i försöksserierna L6-4025-4029 är detta riskabelt (Halling, 2009; 2012b). Man måste ha med i beräkningen att dessa vallar kan bli kortvarigare än planerat. Timotejen Ragnar är känslig för konkurrens från andra arter just p.g.a. att den är sen i utvecklingen (Jansson, 2011). Timotejandelen var låg i de sena blandningarna i vall I–II. I vall II uppgick den endast till några få procent för att öka till skörd 1 i vall III, p.g.a. viss utvintring av det engelska rajgräset. När rajgräset uttunnades till vall III gav detta också klövern ökat utrymme.

Man skulle kunna åstadkomma en breddning genom att endast använda sen timotej och sen klöver. Det är dock betydligt lättare att komponera en tidig blandning där tidiga timotejsorter och ängssvinglar/rörsvinglar/rörsvingelhybrider ingår. Blandningen SW 944 intog en mellanställning mellan tidigt och sent. Ett alternativ till breddat skördefönster är att använda något senare sorter i denna typ av blandning och fokusera på ännu tidigare sorter i en tidig blandning. Kan man få till stånd ett skördefönster på tre–fyra dagar mellan två blandningar med vintersäkra arter kan man i praktiken tänka sig att samverkande mjölkföretagare sår var sin blandning. Använder man både sena och tidiga fröblandningar kan en sen blandning skördad tidigt användas som ”energifoder” för att kombineras med ett baljväxtrikt foder från återväxten.

Stort tack till Stiftelsen Lantbruksforskning för finansieringen av projekt H0541248, www.lantbruksforskning.se.

Referenser

- Halling M.A. (2005) Vallväxter till slåtter och bete samt grönfoderväxter – Sortval för södra och mellersta Sverige 2005/2006. 50 s. <http://www.ffe.slu.se>
- Halling M.A. (2009) Utformning av vallfröblandningar. Stiftelsen Lantbruksforskning. Slutrapport från projekt H0541303. <http://www.lantbruksforskning.se/?id=8746&cid=8941&pid=H0541303&tid=projekt>
- Halling M.A. (2012a) Vallväxter till slåtter och bete samt grönfoderväxter. Sortval för södra och mellersta Sverige 2012/2013. SLU. Institutionen för ekologi och växtproduktionslära. Uppsala. 71 s. http://www.ffe.slu.se/FFE/Info/sortval_2012-2013.pdf
- Halling M.A. (2012b) Yield stability of *Festulolium* and perennial ryegrass in southern and central Sweden. *Grassland Science in Europe* 17, 118–120.
- Jansson J. (2011) Timotejsorters konkurrensförmåga. Försöksrapport 2010 för mellansvenska försökssamarbetet. Hushållningssällskapets multimedia. s. 82–87 <http://www.forsoken.se/>
- Johansson L. och Nilsson-Linde, N. (1995) Näringsvärde hos vallgräs vid olika utvecklingsstadier. NJF:s XX:e kongress i Reykjavik 26–29 juni 1995 Nordiskt lantbruk i det nya Europa. NJF 77:3, 92.
- NIAB. (2009) Pocket guide to livestock crops 2010. Cambridge Marketing Limited. Cambridge.

Rotröta påverkar uthålligheten hos vallbaljväxter

A.-C. Wallenhammar¹, N. Nilsdotter-Linde², J. Jansson³ och E. Stoltz¹

¹Hushållningssällskapet/HS Konsult AB, Örebro ²Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala ³Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem

Korrespondens: Ann-Charlotte.Wallenhammar@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

Rödklöver, som är basen i närproducerat protein, har sviktande uthållighet orsakad av rotröta som utvecklas i roten och orsakas av flera patogena svampar som finns i jorden. Angreppens påverkan på vallens botaniska sammansättning, produktionsnivå och kvalitet jämfördes i två fältförsök under tre vallår. Fröblandningar med olika baljväxter jämfördes i två- och treskörde-system. Baljväxterna som undersöktes var rödklöver SW Fanny (med och utan cikoria) och SW Vivi, vitklöver, käringtand och blålusern. Rödklöver gav störst totalavkastning över tre vallår. Baljväxthalten var högst i rödklöver de första två åren, trots stora angrepp av rotröta i vall II. Vallår III minskade rödklöverhalten signifikant och blev jämförbar med andelen vitklöver. Vivi skördad två gånger gav större avkastning än Fanny+ cikoria med tre skördar. I övrigt fanns inga signifikanta avkastningsskillnader mellan fröblandningar eller skördesystem i slutet av försöksperioden. Angreppen av rotröta var signifikant större i rödklöver än i övriga baljväxter. Blålusern hade större angrepp av rotröta än käringtand och vitklöver som låg på en låg nivå. Foderkostnaden blev minst med rödklöver respektive vitklöver i treskördesystem. Uthålligheten i baljväxtvallar totalt sett kan sannolikt ökas genom att alternera artvalet i baljväxtdominerade växtföljder med vitklöver, käringtand och blålusern som lämpliga alternativ till rödklöver.

Introduktion

Rödklöver, som är basen i lokalproducerat protein, har bristande uthållighet i vallarna. Huvudsyftet med denna studie var att öka kunskapen om hur olika baljväxter, sortegenskaper och skördesystem påverkar odlingssäkerhet och foderkvalitet i treåriga vallar. Vi ville klarlägga hur angrepp av rotröta påverkar vallens botaniska sammansättning, produktionsnivå och kvalitet genom att följa sjukdomsutveckling över tid i olika baljväxtarter, och dessutom identifiera baljväxter eller rödklöversorter med bättre uthållighet. Försvagningen av rödklöverplantorna orsakas av rotröta där patogena svampar bl.a. ur släktet *Fusarium*, *Cylindrocarpon destructans* och *Phoma medicaginis* ingår (Rufelt, 1986). Rotrötans stora utbredning i landets vallar har visats av Rufelt (1979) och Wallenhammar *et al.* (2005).

Material och metoder

Två fältförsök anlades 2004 i ekologiska odlingssystem, på försöksgårdarna Kvinnersta i Närke och Rådde i Västergötland. Försöken skördades under tre vallår 2005–2007. I försöken undersöktes följande fröblandningar och skördefrekvenser per år; A) rödklöver SW Fanny (2 sk), B) rödklöver SW Vivi (2 sk), C) rödklöver SW Fanny (3 sk), D) rödklöver SW Fanny + cikoria Grasslands Puna (3 sk), E) vitklöver SW Sonja (3 sk), F) käringtand Oberhaunstaedter (2 sk) G) blålusern SW Pondus (3 sk). Av rödklöver såddes 8 kg/ha, vitklöver 4 kg/ha, käringtand 11 kg/ha, lusern 16 kg/ha och av örtväxten cikoria 1 kg/ha. Samtliga baljväxter såddes tillsammans med timotej, SW Alexander 10 kg/ha och ängssvingel SW Kasper 7 kg/ha. Blandningarna skördades i första skörd vid timotejens begynnande axgång och återväxten 9 respektive 6 + 6 veckor senare. Vid varje skördetillfälle bestämdes botaniskt utvecklingsstadium, grönmassan

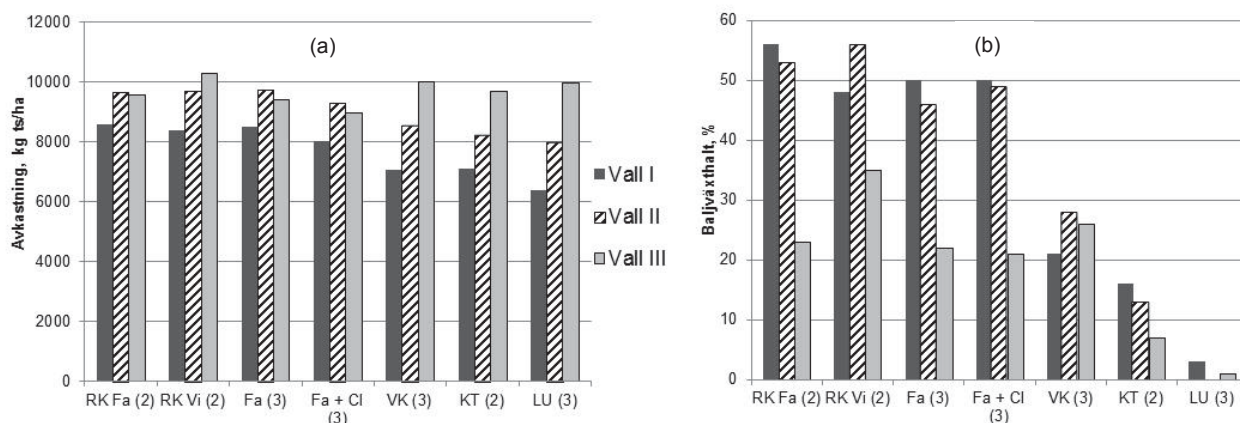
vägdes, torrsubstansen (ts) bestämdes och prover togs för bestämning av botanisk sammansättning. Näringsinnehållet bestämdes för varje försöksled i vall I–II och för varje ruta det avslutande året i vall III då också den osmältbara fiberfraktionen iNDF (indigestible neutral detergent fibre) bestämdes. Råprotein bestämdes enligt Kjeldahl, omsättbar energi enligt VOS-metoden, aska och NDF enligt våtkemisk metod samt iNDF med NIR-analys. Foderstater har tagits fram i NorFor:s optimeringsprogram för varje led och plats (NorFor, 2011). Som grovfoder har varje leds samlade delskördar och kvalitetsvärden under samtliga skördeår använts.

Plantprovtagning för bestämning av sjukdomsangrepp gjordes på hösten (nov) insåningsåret (2004), både höst (okt–nov) och vår (april) samtliga vallår, samt i Råddeförsöket även 2008 enligt Wallenhammar *et al.* (2008). Sjukdomsangrepp bestämdes genom bedömning av graden av mörkfärgning och ett sjukdomsindex (SI) räknades fram enligt Rufelt (1986). Den statistiska analysen gjordes skördevis då vissa led har skördats två gånger och andra tre. Multipla jämförelser gjordes med Tukey's HSD-metod.

Resultat

Avkastning, baljväxthalt och rotröta

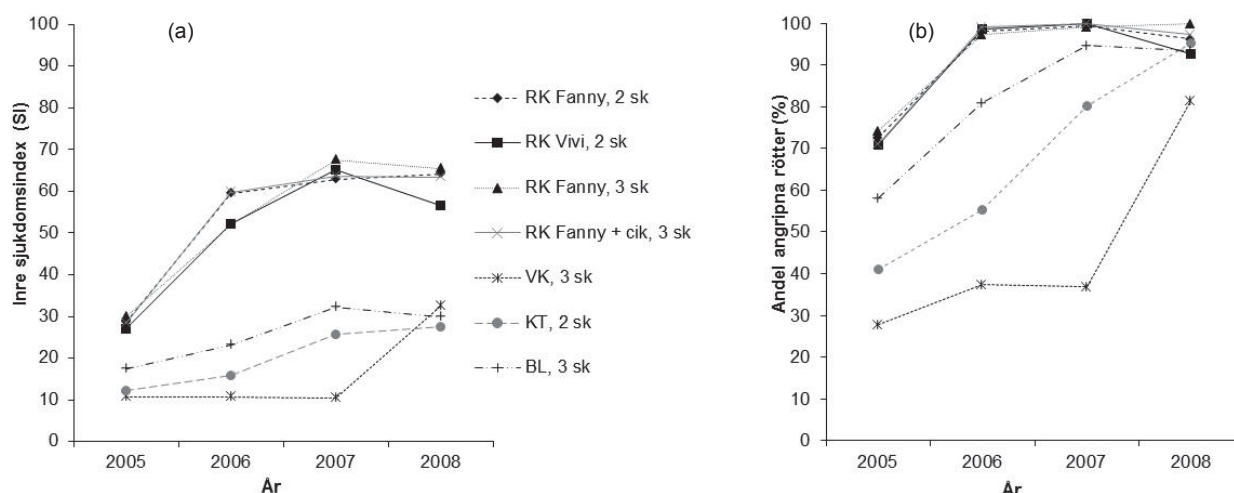
Den totala torrsubstansavkastningen per vallår var större i vall II och vall III jämfört med det första vallåret för alla försöksled (figur 1). Avkastningen i vitklöver-, käringtand- respektive blålusernleden ökade under det sista vallåret till skillnad från rödklöverleden (utom Vivi), som dock gav störst totalavkastning över samtliga tre vallår. Genom att bestämma baljväxthalt och avkastning har vi visat skillnader mellan rödklöversorter (figur 1a och 1b). I vall III gav den för Mellansverige förädlade sorten SW Vivi skördad två gånger signifikant större avkastning än SW Fanny + cikoria skördad tre gånger. I övrigt fanns i slutet av skördeperioden inga tydliga skillnader mellan SW Fanny och SW Vivi, trots att Vivi gav större skördar i vall II och vall III, eller mellan fröblandningar i respektive skördesystem. Den totala ts-avkastningen per vallår var närmare 1,3 ton/ha större på Kvinnersta jämfört med Rådde med störst skillnad första vallåret, men ingen signifikant skillnad i vall II. Andelen baljväxter var signifikant högre på Kvinnersta än på Rådde i rödklöverleden B och D samt i vitklöverledet. Baljväxthalterna var lägre i första skörd jämfört med återväxtskördarna. Luserhalten var lägre på Kvinnersta än på Rådde och detta led analyserades på Kvinnersta fr.o.m. vall II endast för rotröta.



Figur 1. Total torrsubstansavkastning (kg/ha) för respektive vallår I–III (a) och genomsnittlig baljväxthalt (viktsprocent) (b) i blandbestånd med timotej och ängssvingel samt cikoria (medelvärden för Rådde och Kvinnersta).

Baljväxthalten var signifikant högst i rödklöverleden i medeltal per vallår de två första vallåren (figur 1b). Vallår III minskade rödklöverhalten signifikant och den högsta andelen fanns av Vivi. Därmed utjämnades skillnaden mot vitklöver. Andelen käringtand var lägre än rödklöver samt ofta även lägre än vitklöver, och lusernandelen var lägst. Inblandningen av cikoria (2–26 % med störst halt i återväxten) påverkade inte rödklöverns avkastning eller sjukdomsangrepp.

Rödklöver var den baljväxt som påverkades mest av rotröta (figur 2a och 2b). Resultaten visar att en stor andel av rödklöverplantorna var infekterade redan under insåningsåret. På senhösten insåningsåret 2004 var sjukdomsindex i rödklöver signifikant högre (35–65) jämfört med de andra baljväxterna där SI varierade mellan 6 och 33. Efter andra vallåret var samtliga undersökta rödklöverplantor infekterade och hade omfattande rötter (figur 2b). Blålusern hade större angrepp av rotröta än käringtand och vitklöver. Inga skillnader kunde ses i angreppsnivå mellan rödklöver Vivi och Fanny, mellan rödklöver i olika skördesystem eller effekt av inblandning av cikoria.



Figur 2. Inre sjukdomsindex (SI) (a) och andel angripna plantor (%) (b) i medeltal för Rådde och Kvinnersta för varje år 2005–2007 samt för Rådde 2008.

Bestämning av näringsvärde och fodervärde

Råproteinhalten var högst i rödklöverleden. Halterna råprotein i vall II i vitklöver- och käringtandleden var förhållandevis höga trots relativt låga baljväxtandelar. Energihalten var högst i treskördesystemet. I vall II gav led D 0,4–0,6 MJ/kg ts mer energi på Rådde än övriga led utom vitklöver i första skörd. I övrigt fanns endast säkra skillnader i energivärde på Rådde mellan två- och treskördesystem i vall II. De enda signifikanta skillnaderna i fiberinnehåll noterades också på Rådde där led C–E i skörd 2 med treskördesystem innehöll signifikant mindre NDF än övriga led. Enligt utvärdering i optimeringsprogrammet NorFor har foderstaten baserad på treskördesystemet med rödklöver respektive vitklöver gett lägst foderkostnad; led D (1,31 kr/kg ECM), E och C på Rådde och led E (1,32 kr/kg ECM), C och D på Kvinnersta. Led B (rödklöver Vivi i tvåskördesystem) var det närmast bästa alternativet på båda platserna.

Diskussion

Rödklöver var den baljväxt som gav störst avkastning totalt över samtliga tre vallår. Sorten Vivi utmärkte sig jämfört med övriga rödklöverled i vall III genom en större avkastning och baljväxthalt. Ingen skillnad i uthållighet hos Fanny kunde visas mellan de olika skördesystemen, vilket skiljer sig från tidigare studier där uthålligheten var mindre i tre- än i tvåskördesystem (Nilsdotter-Linde *et al.* 2002). Såväl sort som geografiskt läge påverkar rödklöverns tolerans mot tre

skördar (Halling, 2012). Rödklöver var den baljväxt som påverkades mest av rotröta, vilket visades i den reducerade baljväxthalten. En stor andel rödklöverplantor var infekterade redan under insåningsåret, vilket överensstämmer med tidigare undersökningar (Rufelt, 1986; Wallenhammar *et al.*, 2005). Trots detta var baljväxthalten signifikant högre i rödklöverleden i medeltal per vallår de två första vallåren jämfört med vitklöver, käringtand och lusern. På vissa plantor noterades utveckling av sekundära rötter, vilka kan kompensera för en skadad huvudrot (Sawai *et al.*, 1986). Att lusernandelen var låg berodde på andra faktorer än sjukdomsangrepp. I foderoptimering enligt NorFor har treskördesystemet med rödklöver Fanny respektive vitklöver Sonja gett lägst foderkostnad. Sorten Vivi i tvåskördesystem var det näst bästa alternativet men Vivi undersöktes inte med tre skördar. I kostnaden för en tredjескörd ingår kostnad för slätter och strängläggning. Eftersom den skördade mängden var ganska lika mellan systemen har ingen hänsyn tagits till extrakostnad för hackning/pressning eller plastning.

Rödklöversorter med motståndskraft mot jordbundna patogener är ett högprioriterat förädlingsmål då sortskillnader finns. I norra Sverige görs en bedömning av rödklöverbeståndet på våren i vall III. I övrigt testas vallbaljväxter endast två år i svensk sortprovning (Halling, 2012), vilket inte ger de svar som näringen behöver för att bedöma vallens livslängd. Avgörande för frövalet är vilket syfte lantbrukaren har med den aktuella vallen. Rödklöver är en utmärkt baljväxt för att uppnå maximal produktion i tvååriga vallar. Resultaten visar att rödklöver trots stora angrepp av rotröta t.o.m. kan ge störst avkastning över tre vallår, åtminstone i ett kort perspektiv. Med hänsyn tagen till den uppförökning av rotröta som ensidig odling av rödklöver innebär i ett längre perspektiv, rekommenderas de andra baljväxterna för mera långliggande vallar; vitklöver och blålusern vid minst tre skördar per år medan käringtand passar bättre i ett tvåskördesystem. Ut hålligheten i baljväxtvallar totalt sett kan sannolikt ökas genom att alternera artvalet i baljväxtdominerade växtföljder med vitklöver, käringtand och lusern som lämpliga alternativ till rödklöver.

Tack riktas till Stiftelsen Lantbruksforskning, C.R. Prytz Donationsfond och Stiftelsen Anders Elofsons Fond för finansiering samt till Gärd Lagerström-Baeckström, försökspersonal på HS Sjuhärad och HS Konsult AB samt Fil. Dr Johannes Forkman, SLU för medverkan i projektet.

Referenser

- Halling M.A. (2012) Vallväxter till slätter och bete samt grönfoderväxter. Sortval för södra och mellersta Sverige 2012/2013. SLU. Inst. för ekologi och växtproduktionslära. Uppsala. 71 s. www.ffe.slu.se
- Nilsdotter-Linde N., Stenberg, M. och Tuvešson, M. (2002) Nutritional quality and yield of white or red clover mixed swards with two or three cuttings with and without nitrogen. *Grassland Science in Europe* 7, 146–147.
- NorFor. (2011) NorFor – The Nordic feed evaluation system. H. Volden (Ed.). EAAP Publication No. 130. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands.
- Rufelt S. (1979) Klöverns rotröta, förekomst, orsaker och betydelse i Sverige. Växtskyddsrapporter, Jordbruk 9, 43s.
- Rufelt S. (1986) Studies on *Fusarium* root rot of red clover (*Trifolium pratense* L.) and the potential for its control. Sveriges Lantbruksuniversitet. Inst. för växt- och skogsskydd, Uppsala. Doktorsavhandling. 33 s.
- Sawai A. Gau, M. och Ueds, S. (1986) Difference in root system among growth types of red clover. *J. Japan Grassl. Sci.* 32, 164–166.
- Wallenhammar A.-C., Adolfsson, E., Engström, M., Henriksson, M., Lundmark, S., Roempke, G. och Ståhl, P. (2005) Field surveys of *Fusarium* root rot in organic red clover leys. In: Proc. of NJF Seminar 369. Organic farming for a new millennium – status and future challenges. 14–15 June. Alnarp, Sweden.
- Wallenhammar A.-C., Nilsdotter-Linde, N., Jansson, J., Stoltz, E. och L.-Baeckström, G. (2008) Influence of root rot on the sustainability of grass/legume leys in Sweden. *Grassland Science in Europe* 13, 341–343.

Deltidsbete – en bra betesmodell för stall med automatisk mjölkning?

E. Spörndly¹, O. Guzhva¹, S. Andersson¹, N. Pavard² och S. Le Goc²

¹Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Kungsängens forskningscentrum, Uppsala ²Ecole Supérieure d'Agriculture, Angers, Frankrike

Korrespondens: eva.sporndly@slu.se

Sammanfattning

Deltidsbete med tillgång till bete dagtid under 10–12 timmar har studerats i två försök med automatiska mjölkningssystem. I försöken jämfördes produktionsbete med rastbete. Korna med produktionsbete fick dagligen nytt bete i riklig tillgång medan tillgången till ensilage begränsades i tid per dygn (försök 1) eller tid och mängd (försök 2). Korna med rastbete fick vistas på samma bete varje dag och fick fri tillgång till ensilage på stall under hela, eller större delen, av dygnet. I försök 1 fick korna med produktionsbete inget ensilage på förmiddagen men fri tillgång under eftermiddag och natt. I detta försök erhöles högre mjölkavkastning (+1,6 kg ECM) i gruppen med produktionsbete jämfört med gruppen på rastbete. Denna avkastningsökning var dock förhållandevis kostsam då korna åt ca 10 kg torrsustans (ts) ensilage trots att de fick nytt bete dagligen. I försök 2 begränsades därför ensilagegivan till djuren på produktionsbete till 6 kg ts ensilage som gavs nattetid. Korna på produktionsbete med begränsad ensilagegiva gav i försök 2 lika god avkastning som korna med fri tillgång på ensilage och rastbete, trots att förhållandena på produktionsbetet inte var optimala. De båda försöken visar att man kan uppnå högre avkastning, eller ett lägre intag av ensilage, med produktionsbete jämfört med rastbete i ett system med deltidbete, men att det kan vara svårt att uppnå båda fördelarna samtidigt.

Introduktion

Bete under en del av dygnet, så kallat deltidbete, kan erbjuda många fördelar för producenter med automatiska mjölkningssystem. Deltidsbete bygger på att korna erbjuds nytt bete av hög kvalitet dagligen under 8–12 timmar per dag. Med deltidbete och daglig ny betestilldelning utnyttjas betet mer intensivt under några timmar och arealbehovet för bete blir mindre jämfört med bete hela dygnet. Avståndet till betet kan därmed också bli kortare vilket kan ha en avgörande betydelse, särskilt för stora besättningar. Tanken är att man skall utnyttja betet som ett billigt foder under en del av dygnet medan den dagliga stallutfodringen utgör en säkerhet för djurens näringsintag under perioder med dåliga betesförhållanden. Med denna modell utnyttjas betet samtidigt som kan undvika negativa effekterna av de stora variationer i betestillgång (Frankow-Lindberg, 1988) och beteskvalitet som ofta förekommer under säsongen. Genom att ha djuren inomhus under en del av dygnet kan man samtidigt uppnå jämnare mjölkningsintervall. Stiftelsen Lantbruksforskning har finansierat försöken som syftade till att studera produktionsbete jämfört med rastbete i ett stall med automatisk mjölkning. Hypotesen var att jämfört med rastbete, så kan produktionsbete ge: 1) en lägre förbrukning av konserverat foder och 2) en högre mjölkavkastning genom att kornas stimuleras till ett högt intag när de erbjuds både bete och ensilage.

Material och metoder

Två försök och ett examensarbete (Guzhva, 2013) med deltidsbete genomfördes där rastbete jämfördes med produktionsbete i ett stall med automatisk mjölkning. Försök 1 pågick i 12 veckor 2011 med 53 kor av SRB ras och försök 2 pågick i 5 veckor 2013, och där ingick 42 kor med både SRB och Svensk Holstein. I alla studierna utgjorde förstakalvare ca en tredjedel av försöksdjuren. I examensarbetet (2012) studerades främst beteendet hos 43 kor på rastbete jämfört med produktionsbete, medan de båda försöken även omfattade registrering av mjölkavkastning, mjölkens sammansättning, betets och tillskottsfodrets mängd och kvalitet samt djurens foderkonsumtion på stall. Alla kor i alla studier hade tillgång till betet ca 10–12 timmar under dagtid. Djuren kunde fritt röra sig mellan stallet och betet under denna tid. Övrig tid på dygnet hölls de inne i stallet med tillgång till foder och vatten, och utan möjlighet att gå ut.

Alla djur fick kraftfoder av typen Solid 120 + Unik 52 (Lantmännen Lantbruk, Stockholm) i försök 1 och Solid 620 + Unik 82 i försök 2 samt i examensarbetet. Kraftfodret gavs enligt avkastning vid försökets början utifrån ett beräknat intag av grovfoder (ensilage + bete) på 12 kg ts per dag. Efter försöksstart anpassades givan utifrån en beräknad minskning i avkastning på 0,4 kg ECM/vecka enligt samma princip i båda grupperna. Dricksvatten fanns endast inne i stallet. Djuren delades in i jämförbara block och slumpades därefter ut på behandlingsgrupperna ”Rastbete” eller ”Produktionsbete”. Båda grupperna vistades i gemensamma utrymmen inne i stallet men betade i olika hagar.

Rastbete: Korna i denna grupp hade tillgång till en och samma betesfälla på 1 ha under hela försöket. Under försök 1 hade korna fri tillgång till ensilage på stall 24 tim/dygn och under försök 2 under 16 tim/dygn. Avståndet till betet var ca 200 m i alla studierna.

Produktionsbete: Djuren i denna grupp fick tillgång till nytt bete dagligen. För att stimulera djuren till ett högt betesintag gavs inget ensilage på stall under merparten (försök 1) eller hela (försök 2) den del av dygnet som de hade tillgång till bete. Under försök 1 gavs korna fri tillgång till ensilage på eftermiddagen och natten. Utifrån resultaten som erhöles första året begränsades ensilagegivan under försök 2 till 6 kg torrsubstans (ts) som fanns tillgängligt endast nattetid för korna i denna grupp. Avståndet till betet varierade mellan 20 och 200 m (försök 1) och 200–400 m (försök 2 och examensarbetet).

Djurens mjölkavkastning, mjölkningsfrekvens, och foderkonsumtion inne registrerades automatiskt. Under försök 2 gjordes även en automatisk registrering av tiden korna var ute. Manuella observationer av kornas utevistelse och beteende på betet genomfördes under tre dagar i försök 1 och 2 samt i examensarbetet med registreringar av försökskornas beteende var 15 minut.

Resultaten av försöken analyserades i programmet SAS (ver. 9.2; SAS Institute Inc.) med procedurerna ”GLM”. Den slutliga modellen för avkastning (mängd och sammansättning) innehöll i försök 1 variablerna behandling (rast/produktionsbete) och kovariat (avkastningen före försökets början). För avkastningen i kg mjölk tillkom variabeln laktationsstadium som var signifikant. Modellen för försök 2 innehöll även variablerna ras, ålder (förstakalvare/äldre kor) men inte laktationsstadium. Andra variabler och samspel testades men uteslöts då de ej var signifikanta. I analysen av djurens beteende ingick variabeln behandling första året, medan även ras och kalvning ingick i andra årets modell.

Resultat och diskussion

Båda försöksåren kännetecknades av torr väderlek. Under försöken fick korna på produktionsbetet en genomsnittlig betestilldelning på ca 20 kg ts per ko och dag. Foderdata och produktionsresultat presenteras i tabell 1 och tabell 2.

Tabell 1. Näringsinnehåll i ensilage (Ens) produktionsbete (ProdB) och rastbete (RastB) i försök 1 och 2, näringsvärde per kg torrsubstans (ts) samt beteshöjd (cm), medelvärde över varje försök

	Försök 1			Försök 2		
	Ens ¹	ProdB	RastB	Ens ²	ProdB	RastB
Råprotein, g/kg ts	146	196	183	148	132	169
NDF, g/kg ts	472	427	414	453	426	358
Omsättbar energi, MJ/kg ts	10,8	11,0	11,0	11,2	9,7	9,4
Beteshöjd, cm		9,3	2,5		22,5	5,1

¹Försöksår 1: torrsubstans i ensilage 40 %; ²Försöksår 2: torrsubstans i ensilage 32 %

Under försök 1 hade korna med produktionsbete 1,6 kg ECM högre avkastning jämfört med korna på rastbete (tabell 2). Korna med produktionsbete hade fri tillgång till ensilage under 16 timmar per dygn, och hade tillgång till betet 9,5 timmar per dygn. Under de sista 1,5 timmarna på betet var tanken att de skulle lockas till stallet av att ensilage blev tillgängligt. Resultaten av beteendestudierna på betet (tabell 3) visade att djuren på produktionsbetet vistades ute ca 3 timmar per dygn och de betade endast under 2 timmar trots att de fick ny betestilldelning av bete med högt näringsinnehåll dagligen. Utöver en del bete valde korna i denna grupp att konsumera i genomsnitt 9,8 kg ts per dag. Detta kan jämföras med intaget 12,2 kg ts ensilage för korna på rastbetet, som med den låga beteshöjden (tabell 1) troligtvis fick i sig mycket små mängder bete. Även om avkastningen för korna på produktionsbetet var högre var det alltså en dyr avkastningsökning, genom att djuren försågs både med förhållandevis stora mängder ensilage och med en ny betesareal dagligen.

Tabell 2. Mjölkvkastning och mjölkens sammansättning i försök 1 och 2, minstakvadratmedelvärden

	Försök 1			Försök 2		
	ProdB	RastB	Sign. ¹	ProdB	RastB	Sign. ¹
Mjolk, kg	35,6	33,3	**	32,2	32,6	ES
ECM, kg	35,8	34,2	*	32,5	32,1	ES
Mjölkfett, %	4,03	4,25	*	4,04	3,91	ES
Mjolkprotein, %	3,36	3,37	ES	3,37	3,32	ES

¹ES = ej signifikant skillnad; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$.

Utifrån resultaten från försök 1 beslutades att mängden ensilage till gruppen på produktionsbete skulle begränsas under försök 2. Syftet var att se om man kunde uppnå en hög avkastning i gruppen med produktionsbete när mängden ensilage begränsades till 6 kg ts/dygn. För att ytterligare stimulera djuren till aktivt bete fick djuren i denna grupp endast tillgång till ensilage under de timmar de ej var på bete och betestiden förlängdes till 12 timmar. Målsättningen var att korna skulle konsumera halva sitt grovfoderintag på bete dagtid (6 kg ts) och resterande 6 kg ts

skulle konsumeras som ensilage på stall nattetid. För djuren i gruppen med rastbete erbjöds fri tillgång till ensilage under 16 timmar per dygn, kl. 14–06.

I försök 2 var ensilageintaget i genomsnitt 11,5 kg ts i rastbetesgruppen och 6,2 kg ts i gruppen på produktionsbetet. Som framgår av tabell 2 var det ingen skillnad i avkastning eller mjölkens sammansättning mellan grupperna under andra året. Vädret detta år var mycket torrt och gräset blev snabbt förvuxet vilket gav ett lågt energiinnehåll i produktionsbetet jämfört med ensilaget (tabell 1). Resultat visar att produktionsbete i ett system med deltidbete kan ge lika god avkastning som rastbete även när mängden ensilage på stall begränsas avsevärt och även när förhållandena på bete ej är optimala.

Tabell 3. Antal timmar (tim) som korna i ett automatiskt mjölkningssystem med deltidbete spenderade utanför stall och antal timmar som ägnades åt att beta i grupperna med produktionsbete (ProdB) respektive rastbete (RastB). Deltidsbete innebar 9,5 tim bete dagtid i försök 1, 12 tim i försök 2 och 10 tim i examensarbetet, minstakvadrat-medelvärden (3 dagars observationer)

	Försök 1			Försök 2			Examensarbete ³		
	ProdB	RastB	Sign. ¹	ProdB	RastB	Sign. ¹	ProdB	RastB	Sign. ¹
Utevistelse, tim	3,0	1,9	***	4,5 ²	3,5 ²	***	4,1	4,1	ES
Bete, tim	2,0	1,1	***	2,3	1,1	***	2,4	2,1	ES

¹ES = ej signifikant; *** = $P < 0,001$ ²Beräkningar från 18 dagars automatiska registreringar ³Guzhva (2013).

I båda försöken var det en signifikant skillnad i tiden de två grupperna spenderade ute och tiden de ägnade åt att beta (tabell 3). Anmärkningsvärt är att korna på produktionsbete endast var ute 30–40 % av den möjliga tiden de hade tillgång till betet och att det ägnade endast 20–25 % av den möjliga utetiden till att beta. Ingen signifikant skillnad i beteende mellan grupperna fanns dock i examensarbetet. Detta förklaras troligen av ett problem med utrustningen i stallen under studien som medförde att båda grupperna utfodrades på ett likartat sätt inne, vilket visar att kornas beteende i de båda grupperna påverkades obetydligt av vad som erbjöds på betet.

Vid en jämförelse med hypoteserna kan man se att en högre mjölkavkastning (försök 1) *eller* en avsevärt lägre foderförbrukning (försök 2) uppnåddes på produktionsbete jämfört med rastbete, dock inte båda i samma försök.

Referens

- Andersson S. (2012) Deltidsbete i stall med automatisk mjölkning – rastbete jämfört med produktionsbete. *Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för husdjurens utfodring och vård. Examensarbete* 363. Uppsala.
- Frankow-Lindberg B. (1988) Betesvallens avkastning och tillväxtmönster vid olika intensivt utnyttjande. *Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för växtodlingslära. Växtodling* 9. Uppsala.
- Guzhva O. (2013) Exercise pasture compared with production pasture in a part time grazing system with automatic milking. *Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för husdjurens utfodring och vård. Examensarbete* 415. Uppsala.
- Le Goc S. och Pavard N. (2013) Améliorer la valorisation du pâturage dans des systèmes d'exploitation utilisant un robot de traite. *Ecole Supérieure D'Agriculture Anger, Cedex*.

Jämförelse av vallfröblandningar för fårbete

G. Bernes och K. Martinsson

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

Korrespondens: gun.bernes@slu.se

Sammanfattning

Fyra fröblandningar för fårbete har jämförts. Den som innehöll örter gav vissa positiva resultat både i näringsvärde och i djurdata. Dock är det svårt att säkert koppla det till innehållet av örter, då deras andel i beståndet var låg. Den blandning som gav mest negativt avvikande resultat var rörsvingelblandningen. Rörsvingel tycks inte vara särskilt lämpat för fårbete; växten verkar snabbt mista sin smaklighet även om den inte går i ax. Det krävs att man under hela säsongen har tillräckligt med djur så att betetrycket håller ner grödan. Generellt var lammens tillväxt god även när betet växte högt i början av sommaren. Gräset var trots sin längd då fortfarande i vegetativt stadium. Det tyder på att det inte i första hand är beståndshöjden som är avgörande för konsumtion och tillväxt utan smältbarheten. Det ekonomiska resultatet beror på om man utgår från växt- eller djursidan. Växtmässigt gav baljväxtledet högst netto per hektar, och ängssvingel- ledet lägst. Om man istället utgår från djurens tillväxt var det mest lönsamt med örtblandningen medan rörsvingelblandningen gav sämst resultat.

Introduktion

Bete är en viktig del i fårproduktionen. För digivande tackor och för lamm som ska växa snabbt behövs ett smakligt, näringsrikt och högvakastande bete. Det finns särskilda betesblandningar för får i handeln, men några svenska försöksresultat som belägger eventuella fördelar med olika art-sammansättningar har inte funnits. För att få en uppfattning om betydelsen av olika artblandningar har därför denna studie genomförts.

Det är viktigt att betesblandningar för får tål hård avbetning. Får kan p.g.a. sin smala och kluvna mule lättare välja ut de växter och växtdelar de vill samt beta betydligt närmare marken än vad nöt gör (Cannas, 2002). Detta faktum ställer särskilda krav på växtens växtsätt och förmåga till återhämtning. Beståndet får inte bli så glest att återväxten hämmas och ogräsandelen ökar. De betade växterna måste också kunna lagra in tillräcklig mängd kolhydratreserver i sina rötter så att inte övervintringen äventyras (Andersson, 1997).

En faktor som har betydelse vid jämförelse av tackors och mjölkkors betesbehov är att korna kommer in varje dag för att mjölkas och då ofta får tillskottsfoder, medan tackorna ska klara sig på enbart bete. En nylammad tacka med två eller fler lamm har ett mycket högt näringsbehov. Det är också viktigt att vallväxterna är lättsmälta och aptitliga för att lammen snabbt ska komma igång och beta. Får undviker förvuxna växtdelar vilket medför att man i en artblandning bör undvika arter som snabbt går upp i blom (Dumont *et al.*, 1995; Hongo, 1998).

Av erfarenhet vet vi att timotej fungerar bra till får och deras preferens för baljväxter motiverar klöver i artblandningen. Kärtingtand kan vara ett alternativ på vissa marker men även andra växter kan ha en plats i vallfröblandningen. Exempelvis har cikoria i försök haft positiv inverkan på lammtillväxten (Ramirez-Restrepo och Barry, 2005). Det finns intresse av att använda örter i svenska vallblandningar för får. Anledningen är främst att man anser att det ökar smakligheten. Några försöksresultat som belägger detta har vi dock inte funnit.

Material och metoder

Studien genomfördes på SLU:s forskningsstation Röbäcksdalen utanför Umeå under åren 2011 och 2012. Fyra olika fröblandningar (tabell 1) såddes i renbestånd med 25 kg/ha. Varje blandning fanns i tre upprepningar, dvs. totalt var det 12 försöksfällor. Varje fälla omfattade 0,29 ha. Dessutom såddes en större yta av varje blandning där djuren kunde gå mellan försöksavbetingarna.

Tabell 1. Artsammansättning i de fyra blandningarna vid sådd (viktsandel av respektive art i varje blandning, %)

Art	Ängs-sving.	Rör-sving.	Timo-tej	Ängs-gröe	Vit-klöver	Röd-klöver	Käring-tand	Svart-kämpar	Kum-min	Ciko-ria
Sort	Kasper	Swaj	Jonatan	Sobra	Und-rom	Betty	Oberhaun-staedter	Lancelot	Voll-houden	Puna
A. Ängssv.-blandning	50		30	10	10					
B. Rörsv.-blandning		50	30	10	10					
C. Baljv.-blandning	22		30	10	10	15	13			
D. Ört-blandning	22		30	10	10		13	5	5	5

Varje år användes totalt 36 Gotlandstackor med 1–3 lamm var, tre tackor i varje fälla. De betade hela säsongen på samma artblandning. Betet fortgick tills beståndet antingen växte ifrån eller minskade alltför mycket. Alla djur från respektive behandling flyttades då till den gemensamma ytan med samma blandning. Rutorna putsades och fick återväxa något innan djuren åter gick tillbaka. Detta upprepades under säsongen så länge betestillväxten fortgick.

Analys av den botaniska sammansättningen gjordes en gång per betesomgång och efter återväxt av sista avbetningen båda betesåren. På 30 ställen per fälla lades en 0,5 * 0,5 m kvadrat ut och en uppskattning gjordes av vilken art som stod för störst andel av växtmassan (ts), samt vilka arter som kom tvåa och trea. Rangordningsmetoden (dry weight ranking) enligt t'Mannetje och Haydock (1963) användes sedan för att bestämma andelen av varje art i % av total ts. Metoden fungerar inte så bra i blandningar med många arter. Därför gjordes 2012 och våren 2013 en notering vid varje mät punkt om någon baljväxt eller ört över huvud taget fanns i varje mätruta.

Beståndets massa mättes med betesplatta (en kvadrat i lättmetall som löper på en graderad stång) på 20 ställen i varje försöksfälla en gång i veckan under betesomgångarna.

Betets tillväxt eller den potentiella betestillgången mättes genom klippning i tre betesburar (0,5 * 0,5 m) per fälla. Detta gjordes sex gånger per säsong. Före varje klippning gjordes också en mätning med betesplattan för att kunna relatera plattans höjd till klippt mängd.

Prover togs för analys av beståndets näringsvärde. Det som kunde mätas var den tillgängliga grödan, vilket inte säkert är detsamma som det som fåren valde att beta. Provtagningen gjordes 2011 i början och slutet av varje betesomgång. År 2012 provtogs en gång per betesomgång.

Tackor och lamm vägdes varje gång de flyttades till eller från försöksfällorna. I samband med vägningstillfällena 2012 hullbedömdes djuren manuellt enligt en femgradig skala. Lammen päls-mönstrades vid drygt 100 dagars ålder.

En enkel ekonomisk jämförelse har gjorts av de olika blandningarna, dels i form av en beteskalkyl, dels en djurkalkyl.

Statistisk bearbetning har gjorts av såväl djurdata som data från växtregistreringarna. Nivåerna skiljer mellan åren, vilket både kan vara en årsmånseffekt och bero på olika provtagningsmetod. Statistisk jämförelse har därför enbart gjorts inom år. För redovisning av vilka faktorer som har tagits hänsyn till i de olika beräkningarna hänvisas till den fullständiga slutrapporten.

Resultat och diskussion

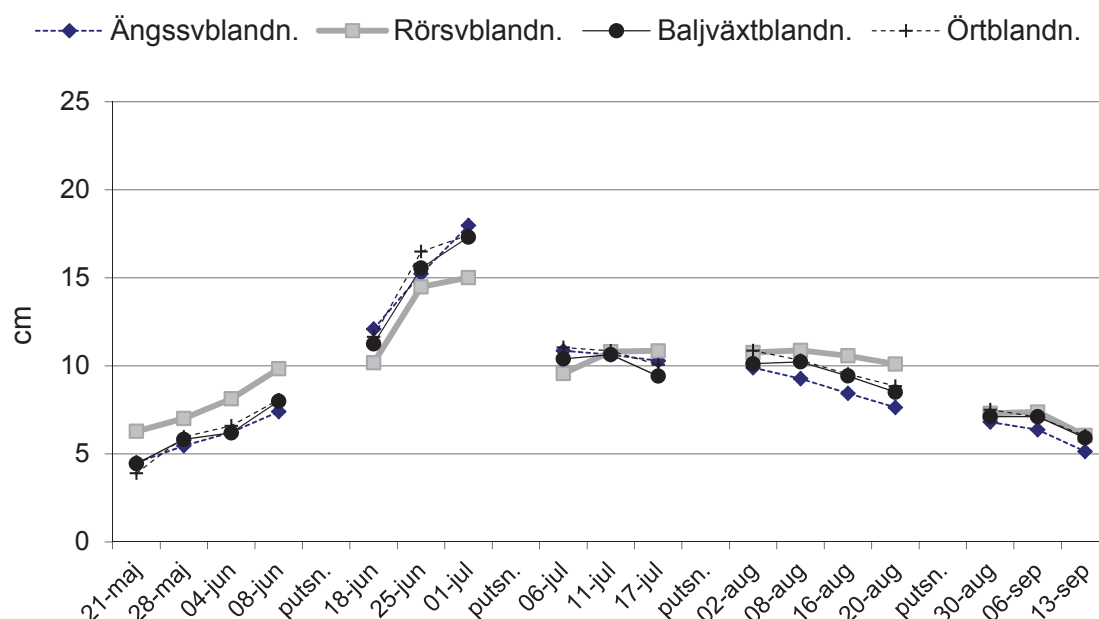
Alla de sådda arterna gick från början att finna, men käringtand fanns bara i enstaka exemplar. Bland gräsen minskade timotej medan svinglar och ängsgröe ökade i andel under varje säsong och med tiden. Baljväxthalten var i början och slutet av studien högst i baljväxtledet. Andelen örter var låg, men kummin växte i över hälften av mätkvadraterna i örtledet. Cikoria fanns i en tredjedel av dem under betessäsongen men minskade under den sista övervintringen, eventuellt för att den betats för hårt. Båda åren gick en del ängssvingel i ax efter första putsningen. Senare under säsongen var det dock bara blad. Vitklövern gick i blom i juli men blommorna försvann efter putsning.

Betesplattan kändes som ett relevant instrument eftersom man får med både höjd och täthet. Det var också god korrelation mellan höjden mätt med plattan och motsvarande torrsvikt (0,81 år 2011, 0,90 år 2012). Figur 1 visar medeltal för plathöjden per artblandning 2012. Man ser tydligt skillnaden i tillväxt under säsongen. Man kan också se att den artblandning som avviker något från de övriga är rörsvingelblandningen. Liksom med betesplattan visade betesburarna på en tydlig variation över säsongen. En statistisk bearbetning visar en signifikant skillnad mellan artblandningarna bara vid ett tillfälle då ängssvingelblandningen avkastade mindre än de övriga.

Resultaten från näringsanalyserna visade en liknande tendens över säsongen båda åren med de högsta värdena i början. Statistiska beräkningar av varje provtillfälle för sig visar en signifikant skillnad mellan försöksleden bara vid ett tillfälle 2011, då örtledet hade högst råproteinhalt och svingelleden lägst, och ett tillfälle 2012, då rörsvingelledet hade lägre proteinvärde än de övriga.

Tackornas viktförändring skilde inte mellan behandlingarna, men hullet tenderade att vara lägre i rörsvingelgruppen. Lammtillväxten var mycket bra år 2011, i medeltal 340 g/dag fram tills bagglammen skildes av. Det första året på helt parasitfria beten gav goda förutsättningar. År 2012 var tillväxten generellt ca 50 g lägre per dag. Det var en signifikant skillnad i lammtillväxt mellan artblandningarna 2012 med en lägre tillväxt med rörsvingelblandningen.

Det är svårt att räkna kalkyler som blir helt rättvisande, bl.a. eftersom det i stort sett hela tiden fanns ett överskott på bete, dvs. vi utnyttjade inte potentialen fullt ut. Vi har dock gjort en enkel växtodlingskalkyl och där blir resultatet av intäkter minus kostnader lägst i ängssvingelledet, på grund av den i genomsnitt något mindre avkastningen (mätt i betesburar). Kostnaden per kg utnyttjad ts (60 % betesutnyttjande) blir 0,93 kr i ängssvingelledet och lägst, 0,86–0,87 kr/kg ts, i baljväxt- och örtleden. Dessa kostnader har använts i en djurkalkyl varvid den lägre lammtillväxten i rörsvingelledet bidrar till att resultatet där blir sämst (518 kr per tacka med lamm). Bäst blev resultatet i örtledet (594 kr/tacka).



Figur 1. Resultat av mätning med betesplatta 2012 (observera att datumaxeln inte är skalig). Varje punkt är ett medeltal av 60 mätningar.

Studien har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning samt Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige.

Referenser

- Andersson S. (1997) Skördetidpunkten viktig för vallens övervintring. *SLU. Fakta Mark/Växt* 4.
- Cannas A. (2002) Feeding of lactating ewes. I G. Pulina (red.) *Dairy sheep feeding and nutrition*. Avenue media, Bologna.
- Dumont B., D'hour P. och Petit M. (1995) The usefulness of grazing tests for studying the ability of sheep and cattle to exploit reproductive patches of pastures. *Applied Animal Behaviour Science* 45, 79–88.
- Hongo A. (1998) Selective grazing in pure leaf and leaf/culm mixtures of herbage grasses by sheep. *Journal of Agricultural Science, Camb.* 131, 353–359.
- t'Mannetje L. och Haydock K.P. (1963) The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. *Journal of British Grassland Society* 18, 268–275.
- Ramirez-Restrepo C.A. och Barry T.N. (2005) Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants, a review. *Animal Feed Science and Technology* 120, 179–201.

En fullständig rapport från studien finns på institutionens hemsida <http://www.slu.se/njv> under Forskning – Avslutade projekt.

Stora leverflundran hos snäckor, får och nötkreatur

J. Höglund¹, A. Novobilský¹ och K. Gustafsson²

¹SLU. Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, Sektionen för parasitologi (BVF), Uppsala ²Svenska Djurhälsovården (SvDHF), Länghem

Korrespondens: johan.hoglund@slu.se

Sammanfattning

Fasciola hepatica är en parasit som via betet cirkulerar mellan vissa sötvattenssnäckor och idisslare där den orsakar sjukdom. Vi har undersökt parasitens förekomst hos olika sötvattenssnäckor samt hos får och köttproducerande nötkreatur från vardera tre besättningar. Dessutom genomfördes infektionsförsök med laboratorieuppfödda snäckor som exponerades för det larvstadium som infekterar snäckor. Huvudsyftet var dels att ta reda på vilka snäckor som är mottagliga och kan sprida parasiten, dels att undersöka hur parasiten övervintrar genom att studera vid vilken tidpunkt som betesdjuren exponerades. Inom projektet utvecklade vi även moderna diagnostiska tekniker (PCR och ELISA), som kan användas för att påvisa parasiten. Dammsnäckan *Galba truncatula* var den art som har störst betydelse för parasitens spridning i Sverige. Även andra arter (*Lymnaea palustris* och *L. fuscus*) var mottagliga men deras roll visade sig vara underordnad i parasitens spridning. Resultaten från de serologiska analyser av blodprover som insamlades vid olika tidpunkter under betesperioden visade att exponeringen för metacerkarier (det larvstadium som infekterar varmblodiga djur) framför allt sker under senare delen av betessäsongen. Det visade sig även att antikroppar kan överföras passivt med råmjölken till lammen från tackorna. Motsvarande överföring noterades aldrig hos dikalvar. Våra resultat tyder på att parasiten främst övervintrar antingen inuti slutvärden och/eller som embryonerade ägg på betet. Så kallad "sommarinfektion" är den vanligaste övervintringsstrategin både i får och dikobesättningar i Sverige.

Introduktion

Den stora leverflundran *F. hepatica* har blivit allt vanligare hos får och nötkreatur i Sverige under senare år. Enligt den svenska slaktskadestatistiken fördubblades andelen kasserade leverar mellan åren 2005 och 2011 då den var 2 % hos får och 7 % hos nötkreatur. I vissa besättningar måste ibland alla leverar kasseras. Vidare har antalet kliniska fall hos får och nötkreatur ökat även från delar i landet där sjukdomen inte tidigare varit rapporterad (Novobilský *et al.*, 2012). Samtidigt som okulära fynd av såväl flundror som skadade leverar har ökat vid slakten, har moderna diagnostiska metoder saknats i Sverige (Novobilský och Höglund, 2011). Även kunskapen om hur parasiten övervintrar och dess epidemiologi under svenska förhållanden var tidigare fragmentarisk (Novobilský *et al.*, 2011; Höglund, 2013).

För att få ökad kännedom om parasitens biologi genomfördes ett projekt om leverflundran mellan åren 2011–2013 med stöd av Stiftelsen Lantbruksforskning. Syftet var att: 1) ta reda på i vilka snäckor parasiten utvecklas och hur den övervintrar, 2) etablera och validera tekniker för att kunna påvisa parasiten hos levande djur, och 3) fastställa vid vilken tidpunkt under betesperioden som djuren exponeras. Vid Vallkonferens 2014 kommer resultaten som sammanfattas nedan att redovisas.

Material och metoder

Parasitens spridning via snäckor till får och nötkreatur (dikor) undersöktes i vardera 3 besättningar under två på varandra följande betessäsonger (2011 och 2012). För att uppskatta tidpunkten för när under säsongen som infektionen etablerades hos betesdjuren studerades dynamiken i bildandet av antikroppar mot *F. hepatica*. Mätningarna av antikropps nivåer utfördes med ELISA-teknik i serum från 15–20 förstagångsbetande djur per besättning vid olika tillfällen under två på varandra följande betesperioder. Lammen provtogs i juni, augusti och september–oktober, medan kalvarna i juni, augusti/september och oktober/november. Som en del av projektet validerade till en början ELISA-metoden (Novobilský *et al.*, 2007). Gränsvärdet (% positivitet) för om djuren skall betraktas som infekterade (seropositiva) grundades på ROC-analys och det visade sig vara 10 % hos får och 15 % hos nötkreatur.

Båda åren insamlades dessutom snäckor från betesmarkerna såväl i maj som i september. Snäckorna transporterades inom 24 timmar till laboratoriet och där de sorterades efter sin skalmorfologi, varefter de frystes i avvaktan på vidare undersökning av parasitförekomsten. De olika morfotyperna typades med hjälp av PCR-teknik och genom sekvensering av den så kallade ”internal transcribed spacer-2” (ITS2)-regionen. Sekvenserna jämfördes med hjälp av BLAST-verktyget med andra sekvenser i GenBank varefter de deponerades. Ett PCR-protokoll togs även fram för att påvisa larver av *F. hepatica* hos snäckorna.

Även experimentella infektioner med sju arter (*G. truncatula*, *Lymnaea palustris*, *L. fuscus*, *L. glabra*, *L. stagnalis* och *Radix* sp.) laboratorieuppfödda snäckor genomfördes. Genom att följa infektionsförloppet upp till 30–50 dagar efter exponering tog vi dels reda på vilka snäckor som var mottagliga för *F. hepatica*, dels hur de reagerade på infektionen. Även snäckornas överlevnad och efter hur lång tid cercarierna svärmade registrerades.

Resultat

Några lamm på en gård var svagt seropositiva i juni 2011, men de var negativa igen i augusti. De flesta lammen konverterade tidigast i september och förblev positiva i oktober. Även på övriga gårdar konverterade merparten av lammen i september. Också år 2012 noterades tre svagt positiva lamm vid den första provtagningen i juni. Precis som föregående år var de negativa i augusti varefter serokonversion iakttogs först senare under sommaren. Däremot i en besättning var flera lamm seropositiva vid första provtagningen i juni, varefter antikropps nivåerna gradvis ökade under betesperioden. I motsats till lammen konverterade kalvarna tidigast i november både 2011 och 2012.

Vid gårdsbesöken hittades sex olika snäckarter, framför allt inom familjen *Lymnaeidae*. Totalt undersöktes 1908 exemplar av *G. truncatula*, 837 *L. palustris*, 138 *L. glabra*, 130 *L. fuscus*, 93 *Radix* sp., och 42 *Succinea* sp. Bland dessa var den amfibiska dammsnäcken, *G. truncatula*, både den art som var vanligast förekommande och mest infekterad med *F. hepatica*. Vissa arter fanns i samma habitat som *G. truncatula* medan andra endast påträffades i djupa permanenta sötvattensamlingar. Variationen i parasitförekomst var påfallande hög, men i ett fall påträffades parasiten hos 82 % av de undersökta *G. truncatula*. Hos vissa av de övriga arterna var förekomsten endast sporadisk.

Bland de snäckor som exponerades visade det sig att endast tre arter (*G. truncatula*, *L. palustris* och *L. fuscus*) var mottagliga för *F. hepatica*. Infektionsförloppen skilde sig dock mellan de olika

arterna, både i fråga om tiden fram till spontan svärmning av cercarier och gällande den totala produktionen av metacercarier. I bägge avseendena var den störst för *G. truncatula*.

Diskussion

Man har i tidigare studier från nordvästra Europa visat att *F. hepatica* kan övervintra på olika sätt. Övervintringen kan ske på vegetationen antingen som embryonerade ägg och/eller metacercarier. Samtidigt kan den även ske via de larver som finns hos snäckorna och/eller som vuxen parasit hos slutvärderna, som i sin tur producerar metacercarier respektive ägg. Parasitens övervintringsstrategi påverkas givetvis tidpunkten för när under betesperioden som djuren exponeras.

Enligt vår studie var flera lamm på en gård svagt seropositiva redan vid den första provtagningen 2011 (Novobilský *et al.* manuskript). Eftersom antikropps nivåerna hos dessa djur omvandlades en och en halv månad senare till negativa värden, är den troligaste förklaringen att de var mottagare av antikroppar i råmjölken snarare än att de bar på en aktiv infektion. Att de dessutom var avkomma till två kraftigt infekterade seropositiva tackor som ingick i en annan studie styrker denna hypotes (Novobilský *et al.* 2012). Även förekomsten av tre svagt positiva lamm på samma gård i juni och juli 2012 och att flera lamm bland de som var helsyskon hade liknande antikropps nivåer, stödjer antagandet om att en passiv överföring sker från tackorna. Anti-*Fasciola* antikroppar kan alltså överföras med råmjölken och förklarar varför de i vissa fall hittas hos lamm upp till cirka 10 veckor efter födseln. Serologisk diagnostik av fasciolos hos späda lamm är därmed en vanskelig metod om man vill ta reda på om de bär på en aktiv infektion (Novobilský *et al.* 2012). Även på en annan fårgård observerades höga antikropps nivåer i juni 2012. Seropositiviteten var dock i detta fall hög även i juni, samtidigt som inga djur var negativa i augusti 2012. Samtidigt som det är omöjligt att utesluta passiv överföring av antikroppar, tyder detta på att dessa lamm infekterades någon gång mellan maj och juni och via infekterade snäckor som övervintrat på betet.

Vi har däremot inte kunnat påvisa att passiv överföring av antikroppar kan ske på motsvarande vis med kolostrum hos nötkreatur (Novobilský *et al.* manuskript). Vid en jämförelse av antikropps nivåerna hos de både djurslagen tycks det som om det humoral immunsvaret mobiliseras tidigare hos får än hos kalvar som framför allt smittades mellan september och oktober samtidigt som det bör betonas att det var omöjligt att samla in serum i juni från en dikobesättning.

Enligt de experimentella infektionerna var *G. truncatula* den art som mottagligast för leverflundran (Novobilský *et al.* 2013). Dock visade det sig att förekomsten av *F. hepatica* hos *G. truncatula* varierade stort både mellan de olika besättningarna och mellan åren. En intressant iakttagelse var att samtliga *G. truncatula* från en nötkreatursbesättning var negativa samtidigt som prevalensen hos kalvarna varierade mellan 53–81 %. Sannolikheten för att påträffa positiva snäckor är sannolikt kopplat både till snäcktätheten och betesintensiteten.

Vid så kallad "vinterinfektion" är de snäckor som övervintrar exponerade för miracidier tidigare under senhösten. I detta fall smittas betesdjuren med nybildade metacercarierna redan under våren/försommaren och som alltså är ett resultat av en övervintrande infektion inuti snäckan. Kännetecknande för "sommarinfektion" är däremot att snäckorna blir infekterade först i maj, varvid produktionen av metacercariaer sker tidigast från och med i augusti. I vår studie konstaterades såväl "vinter-" som "sommarinfektion". Typisk "vinterinfektion" observerades endast vid ett tillfälle på en fårgård 2012. Det förefaller alltså som om "sommarinfektion" är den vanligaste

övervintringsstrategin både hos får och nötkreatur under svenska förhållanden. Detta har konsekvenser för när djuren ska avmaskas eftersom merparten av de avmaskningsmedel (flukicider) som finns i Sverige endast har effekt mot fullvuxna flundror.

Referenser

- Höglund J. (2013) Parasitologi i praktiken. Svenska Djurhälsovårdens vårkonferens. Västerås, 12–13 mars.
- Novobilský A., Christensson D. och König U. (2012) Stora leverflundran i fokus runt mötesbordet. *Svensk Veterinärtidning* 14, 26–29.
- Novobilský A., Gustafsson K. och Höglund J. (2011) *Fasciola hepatica* in Sweden. Svenska Djurhälsovårdens vårkonferens. Skövde, 12–13 mars.
- Novobilský A. och Höglund J. (2011) Leverflundra är svår att diagnostisera. *Nötkött* 3, 51.
- Novobilský A., Averbil H.B. och Höglund J. (2012) The field evaluation of albendazole and triclabendazole efficiency against *Fasciola hepatica* by coproantigen ELISA in naturally infected sheep. *Veterinary Parasitology* 190, 272–276.
- Novobilský A., Engström A., Sollenberg S., Gustafsson K., Morrison D.A. och Höglund J. Transmission patterns of *Fasciola hepatica* to ruminants in Sweden. *Veterinary Parasitology*. (Inskickat manuskript).
- Novobilský A., Kašný M., Mikes L., Kovarcik K. och Koudela B. (2007) Humoral immune responses during experimental infection with *Fascioloides magna* and *Fasciola hepatica* in goats and comparison of their excretory/secretory products. *Parasitology Research* 101, 357–364.
- Novobilský A., Kašný M., Beran L., Rondelaud D. och Höglund J. (2013) *Lymnaea palustris* and *Lymnaea fuscus* are potential but uncommon intermediate hosts of *Fasciola hepatica* in Sweden. *Parasites and Vectors* 6, 251.

Factors influencing the production value of forage protein

P. Huhtanen

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

Sammanfattning

Vallfoder kan variera mycket i proteinvärde, men skillnaderna är i första hand knutna till fodrets konsumtionspotential och smältbarhet. Vallfodrets AAT-värde verkar nästan helt bero på innehållet av mikrobprotein (smältbarhet), medan andelen av olika proteinfraktioner har mindre betydelse. Det finns mycket få belägg från försök med mjölkkor som indikerar att protein från vallfoder skulle ha någon särskild effekt på avkastningen av mjölkprotein. De effekter som ses kan i huvudsak relateras till skillnader i intag av ts och energi. Detta innebär att det är viktigare att ha korrekta metoder som förutsäger fodrets konsumtionspotential och smältbarhet än komplicerade modeller för att uppskatta tillförseln av AAT från onedbrutet foderprotein. Skattningsfelet för mängden mjölkprotein var enligt våra studier litet även om fodrets AAT-innehåll hade beräknats enligt en enkel modell (mikrob-AAT från smältbar organisk substans minus RUP, foder-AAT med konstant EPD och smältbarheten hos RUP) från stora dataset (>1000 behandlingsmedelvärden) (Huhtanen och Nousiainen, 2012). Detta tyder på en mycket begränsad potential för förbättringar genom mer detaljerade proteinmodeller om inte bättre experimentella metoder än *in situ* eller kemisk fraktionering utvecklas.

Introduction

Protein is the most expensive main nutrient in the diets of dairy cows. Increased prices of protein feeds, environmental concerns of increased N emissions with increased protein feeding and ethical concerns of using high quality proteins that could directly be used as human food or utilized by monogastric animals have increased interest of improving utilization of forage protein for ruminants. Development of new feed protein evaluation systems in 1980's that are based the supply of absorbed amino acids from microbial protein and feed protein form a more comprehensive basis for evaluation of feed protein value. Increasing the supply of amino acids from forages, especially of undegraded protein (RUP), has been a subject of intensive research. Considerable differences in the predicted supply of RUP from forages have been reported from studies based mainly on the *in situ* (nylon bag) technique or chemical analysis of N fractions. However, these observations have very seldom been validated in milk production studies or digesta flow studies in cannulated animals. The objective of this paper is to discuss different strategies in increasing the supply of absorbed amino acids (AAT) from forages.

Nitrogen fertilization

Increasing N fertilization of leys was a widely used strategy in 1970's to increase protein supply for dairy cows. However, this strategy was not challenged by comparing milk production responses to increased crude protein (CP) supply from increased N fertilization and high quality protein supplements. In a later study (Shingfield *et al.*, 2001), increasing fertilization from 50 to 100 kg/ha increase silage CP concentration from 120 to 150 g/kg DM. Increased CP from silage had no influence on milk or protein yield when no protein supplements were fed despite very low dietary CP and milk urea concentrations (121 g/kg DM, 1.4 mM). However, when the low CP

silage was supplemented with rapeseed expeller to increased dietary CP to the same level as the high CP silage without supplementary protein milk protein yield increased 120 g/d. Interestingly the response to rapeseed expeller was the same (115 g/d) with high CP silage. The results of this study indicate that the cows were responsive to increased protein supply, but the supply of utilizable protein could not be increased by N fertilization. Both silages were well-preserved and had similar DM concentration (340 g/kg). Consistently with production study increasing N fertilization of grass ley (40, 80 and 120 kg/ha) had no influence on duodenal NAN flow study in duodenally cannulated animals (Vanhatalo and Toivonen, 1993). It can be concluded that grass fertilization should be optimized according to yield with no extra benefits from increased N fertilization.

Grass maturity

It is well-known that harvesting grass silage at an earlier stage of maturity increases CP concentration and improve digestibility, and consequently increase intake and milk production. On average, in silage harvest studies (93 diets) marginal efficiency of incremental CP utilization (153 g milk protein/kg increase in CP intake) was greater than the corresponding responses to rapeseed feeds (136 and 133) and soybean meal (98) supplementation in the meta-analysis by Huhtanen *et al.* (2011). However, increased ME supply is the most likely explanation to increased milk protein yield with earlier harvest. Intake of ME explained the variation in protein yield much better than CP intake, and in the bivariate model (ME intake + CP concentration) the effect of CP was non-significant ($P = 0.43$) and numerically even negative. Although early harvest of silages markedly increase milk protein yield, the diets based on high CP silages (>140 g/kg DM) were almost as responsive to increased supplementary protein (rapeseed feeds) as the diets based on low CP silages (129 vs. 144 g/kg increase in CP intake). It can be concluded that earlier harvest of silages increase milk yield mainly due to increased ME intake, and positive responses to supplementary protein can be expected even with highly digestible high CP silages.

Ruminal degradability of forage protein

Determination of ruminal degradability of forage CP has been intensively studied during the last three decades by *in situ* incubation technique. More recently, chemical fractionation of forage CP has been used to estimated ruminal degradability (Cornell system) and degradability is calculated using different fractional degradation rates for the fractions. The general conclusion of these studies is that effective ruminal protein degradability (EPD) increase with increasing buffer / water solubility and CP concentration and decrease with increasing NDF concentration (decreased digestibility) and increasing DM concentration. This usually increases the contribution of RUP to AAT with advancing maturity of forages. For example, according to NorFor feed tables AAT/NEL ratio decreases with increased NEL, i.e. early harvested silages are more limited in AAT relative to NEL than late harvested silages.

Rinne *et al.* (2009) calculated silage AAT values for 397 diets either using constant EPD for all silages or EPD estimated from empirical equations of Yan and Agnew (2004). Their equations were based on *in situ* incubations 136 silages. They used DM, CP, NDF, soluble N and lactic acid/VFA as predictors of silage EPD. The models explained about 80% of variation in EPD. Interestingly, AAT intake based on constant forage EPD predicted milk protein yield responses

better than AAT intake calculated using EDP values estimated using Yan and Agnew equations. Interestingly, the coefficients of CP and NDF in the EPD-model were almost opposite to the coefficients used to correct EPD values for microbial contamination. Proportion of microbial N in undegraded residues increases with increased NDF (reduced digestibility) and declining forage CP concentration. It appears that differences in forage EPD determined by the *in situ* technique reflect more variation in microbial contamination than true differences. In addition to microbial contamination, the *in situ* technique has many inherent technical problems: escape of soluble NAN from the bags, loss of feed particles, and lower microbial activity within bags than in rumen digesta, inappropriate kinetic models. In addition, secondary particle loss can occur when the particles size decreases during fermentation. Considering the technical difficulties of the *in situ* method and the lack of evidence of improved predictions of production responses with feed specific EPD values using the *in situ* method for estimating forage EPD can hardly be justified.

Extent of in-silo fermentation

Both theoretical calculations and experimental evidence suggest that the efficiency of microbial protein synthesis decrease with increased extent of silage fermentation. This is because lactic acid and VFA provide less or no energy for rumen microbes. However, discounting fermentable OM for silage acids in calculating forage AAT value did not improve the predictions of milk protein yield (Rinne *et al.*, 2009), rather vice versa. This can be due to fermentation of silage lactic acid to propionic acid that the main glucose precursor. It is possible that increased supply of glucose per unit of intake was greater with extensively vs. restrictively fermented silages. This can thereby reduce the utilization of amino acids for glucose production and improve the efficiency of the utilization of absorbed amino acids for milk protein synthesis. As for earlier harvest of silage, greater milk protein yield in cows fed restrictively fermented silages is derived from increased feed and ME intake. It may be concluded that discounting for silage fermentation acids in calculating silage AAT values can result in greater errors than ignoring the discount for fermentation acids. If discounts are made then also the effects of increased glucose supply must be taken into account.

Hay vs. silage

In many feed protein evaluation systems, the AAT value of hay is higher than that of silage when harvested at the same stage of maturity. For example according to NorFor feed tables AAT/NEL is about 2.5 g/MJ greater for hay than silage at same NEL concentration. This is both due to discounts of silage fermentation acids in calculating microbial protein and lower EPD for hay compared to silage when determined by the *in situ* technique. However, experimental evidence from milk production studies conducted in SLU (Bertilsson, 1983) and MTT (e.g. Huhtanen, 1994; Shingfield, 2002) does not give any support for a greater protein value for hay compared to well-fermented silages from the same sward. In the flow study with duodenally cannulated cattle (Jaakkola and Huhtanen, 1993), there was no difference in duodenal NAN flow between diets based on silage or hay, each fed at three levels of contrite supplements.

N solubility

According to the original model calculating EPD from the *in situ* kinetic data it was assumed that immediately disappearing “a-fraction” is completely degraded in the rumen. However, several experimental techniques have demonstrated that a considerable fraction of soluble NAN can escape ruminal degradation. Although the degradation rate of soluble NAN (SNAN) fractions is much faster than insoluble N, much faster passage rate of fluid phase partly compensates for the difference in degradation rate between soluble and insoluble N fractions. In addition, feed particles are selectively retained in the rumen, which will increase ruminal degradability compared with models assuming a single compartment passage kinetic model. Further, all indigestible CP is included in the insoluble fraction of CP, which also decreases the difference in the supply of digestible RUP between soluble NAN and insoluble forage N fractions. In a meta-analysis, silage SNAN fraction had not significant effect on milk protein yield. SNAN fraction was included in the regression model together AAT intake calculated using a constant EPD for all silages irrespective of the proportion of soluble N (Huhtanen *et al.*, 2009). If SNAN had had a specific negative effect on protein yield, the regression coefficient should have been significantly negative. This indicates that increased proportion of SNAN in the silage had no negative effect on milk protein yield compared with insoluble N. In contrast, the proportion of ammonia N had a significant negative effect on milk protein yield.

It is possible to take into account escape of SNAN in kinetic models, but the methodology to determine degradation rates of free amino acids, peptides and soluble protein from different feeds would be a demanding task. Benefits in practical feed evaluation can be questionable. Red clover has much lower proportion of soluble N than grass silage, but the flow of protein in <38 µm fraction (soluble NAN, particles <<38 µm) was much higher for diets based on red clover silage compared with grass silage (Huhtanen *et al.*, 2014). In this study *in situ* method predicted feed N flow in particle fraction reasonably well, but estimated *in situ* feed N flow was poorly correlated with *in vivo* feed NAN flow.

Red clover

Polyphenol oxidase system decreases proteolysis of red clover both during in-silo fermentation and in the rumen. Red clover protein is utilized efficiently in the rumen, and the recovery of incremental protein in the outflow from the rumen is usually high (Vanhatalo *et al.*, 2009). However, although the NAN flow from the rumen was greater with red clover compared to grass silages (Dewhurst *et al.*, 2003; Vanhatalo *et al.*, 2009), milk protein yield did not increase indicating poor utilization of the incremental NAN flow. This can partly be due to lower intestinal digestibility of red clover protein than grass protein. In Finnish digestion trials in sheep fed at maintenance faecal CP output was 16 g/kg DM intake greater for red clover silages compared than for primary growth grass silages. Another reason for the small production responses to red clover silages can be that ME intake is the limiting factor. For example, in the study of Vanhatalo *et al.* (2009) milk protein yield responses were more closely related to intake of digestible OM than to NAN flow or methionine flow.

Prediction model of milk protein yield

A model of forage factors predicting milk protein yield is presented in Table 1. In addition to forage factors, the model included linear and quadratic effects of concentrate AAT intake.

Table 1. The best-fit mixed model regression equation of milk protein yield (g/d) to forage variables (RMSE adjusted for random study effect = 16.0). Adopted from Huhtanen *et al.* (2010)

Effect	Unit	Estimate	Error	P-value	SD ^a	Response per SD unit
Intercept		-310	46.8	<0.001		
CAAT ^b	kg/d	790	66.7	<.0001		
CAAT × CAAT	kg/d	-192	38.7	<.0001		
Forage DMI ^c	kg/d	27.7	1.42	<0.001	1.53	42.4
D-Value ^d in DM	g/kg	0.490	0.069	<0.001	40.9	20.1
Forage CP in DM	g/kg	0.417	0.114	<0.001	22.4	9.3
Ammonia N in total N	g/kg	-0.217	0.067	0.001	21.5	4.7

^a SD = standard deviation

^b CAAT = concentrate metabolisable protein

^c DMI = dry matter intake

^d D-value = digestible organic matter in DM

Of forage factors intake and D-value were the most important emphasizing the importance of ME intake in regulating milk protein yield. The effect of forage CP concentration on milk protein yield was small (about 4 g per 10 g/kg DM increase in forage CP), although significant. The key role of energy intake was also demonstrated in meta-analysis by Huhtanen and Hristov (2009). Only 6–8% of increased supply of AAT (calculated according to NCR (2001) system) obtained by decreasing protein degradability (constant energy and CP intake) was recovered as milk protein. This indicates that potential to increase milk protein yield by manipulating forage CP degradability are minimal, provided that there are no associated increases in energy intake.

Conclusions

There are considerable differences in protein value of forages, but these differences are mainly associated to intake potential and digestibility of forages. It seems that forage AAT value is almost entirely related microbial protein (digestibility), whereas differences in protein fractions have much smaller influence. There is very little experimental evidence from milk production studies indicating that forage protein has any specific effects on milk protein yield beyond those related to differences in DM and ME intake. Therefore, accurate methods/models predicting forage intake potential and digestibility are more important than complicate models estimating the supply of AAT from undegraded forage protein. Prediction error of milk protein yield was small even when forage AAT was estimated by a simple model (microbial AAT from digestible OM – RUP and feed AAT using a constant EPD and digestibility of RUP) from large datasets (>1000 treatment means) (Huhtanen and Nousiainen, 2012). This suggests very limited potential for the improvements by more detailed protein models unless better experimental methods than *in situ* or chemical fractionation are developed.

References

- Bertilsson J. (1983) Effects of conservation method and stage of maturity upon the feeding value of forages to dairy cows. *Swedish University of Agricultural Sciences. Dissertation. Rapport* 104.
- Dewhurst R.J., Fisher W.J., Tweed J.K.S. and Wilkins R.J. (2003) Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production response with different levels of concentrate. *Journal of Dairy Science* 86, 2598–2611.
- Huhtanen P. 1994. Forage influences on milk composition. In A. Fredeen (ed.) Proceedings of Nova Scotia Forage Conference, Forage: Seeding to feeding, October 29–30, 1993, p. 144–162.
- Huhtanen P., Bayat A.R., Krizsan S.J. and Vanhatalo A. (2013) Compartmental flux method suggests that ruminal feed N outflow determined by the in situ method only describes the flow of feed N in the particle fraction. *British Journal of Nutrition* (In Press).
- Huhtanen P., Hetta M. and Swensson C. (2011) Evaluation of canola meal as a protein supplement for dairy cows: a review and meta-analysis. *Canadian Journal of Animal Science* 91: 529–543.
- Huhtanen P. and Hristov A.N. (2009) A meta-analysis of the effects of protein concentration and degradability on milk protein yield and milk N efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92, 3222–3232.
- Huhtanen P. and Nousiainen J. (2012). Production responses of lactating dairy cows fed silage-based diets to changes in nutrient supply. *Livestock Production Science* 148, 146–158.
- Huhtanen P., Rinne M. and Nousiainen J. (2008) Effects of silage soluble N components on metabolizable protein concentration: a meta-analysis of dairy cow production experiments. *Journal of Dairy Science* 91, 1150–1158.
- Huhtanen P., Südekum K-H., Nousiainen J. and Shingfield K. (2010) In: Schnyder H. *et al.* (eds). Grassland in a Changing World. *Grassland Science in Europe* 15, 379–400.
- Jaakkola S. and Huhtanen P. (1993) The effects of the forage preservation method and the proportion of concentrate on nitrogen digestion and rumen fermentation in cattle. *Grass and Forage Science* 48, 146–154.
- Rinne M., Huhtanen P. and Nousiainen J. (2009) Effects of silage effective protein degradability and fermentation acids on metabolizable protein concentration: a meta-analysis of dairy cow production experiments. *Journal of Dairy Science* 92, 1633–1642.
- Shingfield K.J., Jaakkola S. and Huhtanen P. (2002) Effect of forage conservation method, concentrate level and propylene glycol on intake, feeding behavior and milk production of dairy cows. *Animal Science* 74, 383–397.
- Shingfield K.J., Jaakkola S. and Huhtanen P. (2001) Effects of level of nitrogen fertilizer application and various nitrogenous supplements on milk production and nitrogen utilization of dairy cows given grass silage-based diets. *Animal Science* 73, 541–554.
- Vanhatalo A., Kuoppala K., Ahvenjärvi S. and Rinne M. (2009) Effects of feeding grass or red clover silage cut at two maturity stages in dairy cows. 1. Nitrogen metabolism and supply of amino acids. *Journal of Dairy Science* 92, 5620–5633.
- Vanhatalo A. and Toivonen V. (1993) Influence of cutting time and N fertilization of grass silage and level of grass fertilized with different levels of N. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research, Dublin, Ireland, Sept. 6th–8th 1993. pp. 168–169.
- Yan T. and Agnew R. E. (2004) Prediction of nutritive value of grass silages: II. Degradability of nitrogen and dry matter using digestibility, chemical composition and fermentation data. *Journal of Animal Science* 82, 1380–1391.

Mjölk på bara vall och spannmål

E. Spörndly och R. Spörndly

Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: eva.sporndly@slu.se

Sammanfattning

Höga priser på proteinkoncentrat innebär att det kan vara värt att undersöka vilken avkastningsnivå som kan uppnås i mjölkproduktion med enbart spannmål och vall. Det gäller särskilt i ekologisk produktion. I ett försök med 37 kor under 20 laktationsveckor studerades effekten av att exkludera proteinkoncentrat i foderstaten till mjölkkor som fick ensilage med högt (17 %) eller lågt (13 %) råproteininnehåll. Resultatet visade att korna utan proteinkoncentrat i foderstaten mjölkade 30,9 kg ECM medan korna med proteinkoncentrat mjölkade 35,3 kg ECM, en skillnad på ca 13 %. Ensilagets råproteinhalt gav inte någon effekt på mjölkavkastningen.

Introduktion

När man producerar mjölk i enlighet med regler för ekologisk produktion är proteinförsörjningen ofta ett problem. Ekologiskt producerade proteinfodermedel är ofta en bristvara, och priset för dessa fodermedel är högt. Det är därför intressant att utvärdera effekten av att erbjuda korna en foderstat enbart baserad på fodermedel som kan produceras på den egna gården, såsom vall och spannmål. Mjölkproduktionen som kan uppnås på en sådan foderstat kan förväntas bli lägre jämfört med om även proteinfoder som t.ex. rapsmjöl ingår, men det saknas information om vilken produktionsnivå som faktiskt kan uppnås. Med denna kunskap skulle det vara lätt för producenterna att utifrån rådande pris för ekologiska fodermedel och leverantörspris för ekologisk mjölk beräkna om det skulle vara lönsamt att utesluta proteinfodermedel ur foderstaten.

Målsättningen med detta projekt, som var finansierat av SLU:s EkoForsk, var att studera effekten av att exkludera proteinkoncentrat i foderstaten till mjölkkor som fick ensilage med högt eller lågt råproteininnehåll. Responsen utvärderades med avseende på mjölkavkastning samt foderintag. Ekonomiska beräkningar av mjölkintäkt minus foderkostnader gjordes utifrån resultaten från genomförda försök och de rådande priserna för foder och mjölk under våren 2013. Hypotesen var att mjölkavkastningen skulle bli lägre hos djur utan proteinkoncentrat i foderstaten men att skillnaden skulle bli mindre hos de kor som fick ensilage med ett högt råproteininnehåll.

Material och metoder

I ett produktionsförsök jämfördes en foderstat med bara spannmål (Sp) och ensilage till mjölkkor med en foderstat där även proteinkoncentrat med soja- och rapsprodukter ingick (Sp/konc). Dessa två foderstater kombinerades i en faktoriell försöksmodell med två ensilagekvaliteter med 130 eller 170 g råprotein per kg ts (Ens130 eller Ens170), vilket gav följande behandlingar:

1. Ensilage 170 + spannmål och proteinkoncentrat
2. Ensilage 170 + spannmål
3. Ensilage 130 + spannmål och proteinkoncentrat
4. Ensilage 130 + spannmål

Försöket genomfördes med 37 SRB-kor under 20 försöksveckor. Båda ensilagekvaliteterna gavs i fri tillgång och baserades på förstaskörd från en gräsdominerad vall. För att erhålla ensilaget med det högre proteininnehållet blandades gräsenkilaget med en tredjedel, 32 % av torrsubstansen (ts), rent rödklöverensilage i en mixervagn före utfodring. Kraftfodergivan baserades på kornas beräknade behov enligt mjölkavkastning och levande vikt utifrån ett beräknat ensilageintag på 15 kg ts per dag. Givan justerades varje vecka.

Resultaten bearbetades statistiskt i programmet SAS, version 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, N.C., USA). Medelvärden över de 20 försöksveckorna för mjölkavkastningen, foderintag och näringsintag analyserades med variansanalys. De fixa faktorerna; ensilagetyp (Ens170 och Ens130), kraftfodertyp (Sp och Sp/konc) och dagar i laktation var oberoende variabler. Samspel mellan ensilagetyp och kraftfodertyp samt effekt av laktationsnummer testades men var ej signifikanta för någon variabel och uteslöts därför ur modellen. Mjölkavkastningen före försökets början användes som kovariat när mjölkavkastningen analyserades. På samma sätt användes mjölkens proteinhalt och fetthalt före försökets början som kovariat när resultaten av mjölkens sammansättning analyserades. När behandlingarnas effekt på mjölkens celltal analyserades användes logaritmerade värden i den statistiska analysen.

Tabell 1. Kemisk sammansättning och näringsinnehåll i försöksfodret. Kraftfoder: Spannmål (Sp), proteinkoncentrat (Konc) samt Ensilage: Ens170 och Ens130. De största komponenterna i kraftfodren var följande: Spannmål: 36 % korn, 34 % vete och 25 % havre; Proteinkoncentrat: 47 % sojaexpeller, 16 % rapskaka, 15 % havre, 12 % rapsfrö och 4 % sojafrö

	Sp ¹	Konc ¹	Ens170 ²	Ens130 ²
Torrsubstans, ts, %	89,4 (1,50)	92,0 (1,79)	35,0 (1,20)	36,4 (1,76)
Energi, MJ/kg ts	13,0	15,5	11,3 (0,21)	11,6 (0,11)
AAT, g/kg ts	84	160	72	73
PBV, g/kg ts	-17	99	44	6
<i>Näringsanalys</i>				
Råprotein, g/kg ts	125 (17,7)	328 (6,2)	169 (4,3)	132 (3,7)
Råfett, g/kg ts	34 ³	130 ³	EA	EA
Aska, g/kg ts	58 (2,0)	76 (3,4)	86 (4,7)	75 (5,9)
Stärkelse, g/kg ts	559 ³	99 ³	EA	EA
NDF, g/kg ts	205 ³	183 ³	414 (19,9)	471 (13,9)
iNDF, g/kg ts			175	120
Am-N, % av färskt	-	-	0,074 (0,0081)	0,049 (0,0026)
pH	-	-	4,03 (0,072)	3,87 (0,045)

¹Medelvärden med standardavvikelse, N = 5. ²N = 10 utom iNDF (analys på ett samlingsprov).

³Uppgift från leverantör. EA = ej analyserat.

Resultat och diskussion

Foderkomponenternas sammansättning återfinns i tabell 1 och foderintaget under försöket finns presenterat i tabell 2. Det fanns ingen skillnad i intag av ensilage mellan gruppen som fick proteinkoncentrat i foderstaten jämfört med gruppen som endast fick spannmål ($P > 0,05$). Det högre intaget av ensilage i gruppen som fick Ens130 var delvis ett resultat av ett fodertråg som ej fungerade som avsett, vilket innebar att några av korna i gruppen med detta ensilage kunde "stjäla" en del ensilage (1,75 kg ts) av typen Ens170. Konsumtionen av Ens130 var således endast 14,7 kg ts vilket inte skilde sig signifikant från intaget av Ens170 ($P > 0,05$). Det går dock inte att uttala sig säkert om vilken konsumtion de skulle ha haft om de bara kunnat äta Ens130.

Tabell 2. Foder- och näringsintag i grupperna som erhöll spannmål med koncentrat (Sp/konc), spannmål utan koncentrat (Sp), ensilage med 17 % (Ens170) och 13 % (Ens130) råprotein per kg torrsubstans (ts). Minsta kvadratmedelvärden med standardfel inom parentes samt statistisk signifikans¹. Djurantal = 37

Intag per dag	Effekt av kraftfoder			Effekt av ensilage		
	Sp/konc	Sp	Sign ¹	Ens170	Ens130	Sign ¹
Ens intag, kg ts	15,8 (0,58)	14,4 (0,58)	NS	13,8 (0,57)	16,4 (0,57)	**
Spannmål, kg	1,9 (0,47)	7,1 (0,48)	***	4,8 (0,47)	4,2 (0,48)	NS
Koncentrat, kg	4,0 (0,29)	0,0 (0,30)	***	2,0 (0,29)	1,9 (0,30)	NS
Totalt, kg ts	21,2 (0,74)	20,4 (0,74)	NS	19,7 (0,73)	22,0 (0,74)	NS
Energi, MJ	257 (9,7)	246 (10,0)	NS	239 (9,7)	264 (10,0)	tend
AAT, g	1854 (72,7)	1572 (74,6)	*	1641 (72,7)	1788 (74,6)	NS
PBV, g	777 (37,4)	514 (38,4)	***	876 (37,4)	415 (38,4)	***
Råprotein, g	3887 (153,0)	3096 (157,1)	**	3588 (153,0)	3396 (157,1)	NS
NDF, g	7943 (256,8)	7642 (263,7)	NS	6874 (256,8)	8710 (263,7)	***
Stärkelse, g	1281 (234,4)	3455 (240,7)	***	2526 (234,4)	2209 (240,7)	NS

¹ NS = ej signifikant; $p < 0,10$ = tendens; $p < 0,05$ = *; $p < 0,01$ = **; $p < 0,001$ = ***.

Data för mjölkproduktionen återfinns i tabell 3. Produktionsresultaten visade att foderstaten utan proteinkoncentrat, i enlighet med hypotesen, gav signifikant lägre mjölkavkastning samt högre fetthalt ($P < 0,01$). Avkastningen utan proteinkoncentrat var 30,9 kg ECM medan gruppen med proteinkoncentrat i foderstaten mjölkade 35,3 kg ECM. Likartade effekter på avkastning och mjölkens sammansättning erhöles när försöket upprepades påföljande år, då med endast två försöksgrupper (med och utan proteinkoncentrat) som båda hade samma ensilagekvalitet (180 g rp/kg ts). De likartade resultaten i detta andra försök (Spörndly och Spörndly, 2013) bekräftar vad som redovisas här. Foderstaten utan proteinkoncentrat gav en signifikant högre protein-effektivitet, uttryckt som konsumerat kväve minus kväve i mjölk, jämfört med foderstaten med proteinkoncentrat.

Ingen skillnad ($P > 0,05$) i avkastning eller mjölkens sammansättning kunde ses mellan gruppen som fick Ens130 jämfört med Ens170. När totalfoderstatens rp-halt ökade från 15,2 % till 18,3 % genom proteinfoder ökade mjölkproduktionen med 13 %, men när foderstatens rp-halt ökade från 15,4 % till 18,2 % genom rödklöverensilage påverkades inte mjölkproduktionen (tabell 2). Hypotesen att korna utan proteinkoncentrat med Ens170 skulle ha en högre avkastning jämfört med de kor som fick Ens130 fick alltså förkastas. Det högre innehållet av råprotein i Ens170 med dess högre andel rödklöver resulterade i ett beräknat överskott på lösligt protein i vommen (högre PBV-värde) medan beräknade mängd AAT i grupperna var likartad (Ens170%

1549 g AAT; Ens130 ó 1625 g AAT). Eftersom inget ytterligare metaboliskt protein eller energi tillfördes med Ens170 erhöjls heller ingen avkastningsökning (tabell 3).

Tabell 3. Effekt av utfodring av spannmål med (Sp/konc) och utan proteinkoncentrat (Sp) samt effekt av ett ensilage med 17 % (Ens170) respektive 13 % (Ens130) råprotein på produktion, levande vikt och kväveeffektivitet. Minsta kvadratmedelvärden med standardfel inom parentes samt statistiska signifikansnivåer¹. Antal djur = 37

	Effekt av kraftfoder			Effekt av ensilage		
	Sp/konc	Sp	Sign ¹	Ens170	Ens130	Sign ¹
Mjölkk, kg	35,7 (0,97)	30,0 (1,00)	***	32,9 (0,96)	32,8 (0,99)	NS
ECM, kg	35,3 (0,86)	30,9 (0,89)	**	33,6 (0,85)	32,7 (0,87)	NS
Fett, %	4,01 (0,10)	4,40 (0,10)	**	4,21 (0,10)	4,21 (0,10)	NS
Protein, %	3,16 (0,05)	3,25 (0,05)	NS	3,24 (0,05)	3,17 (0,05)	NS
Laktos, %	4,80 (0,02)	4,77 (0,02)	NS	4,80 (0,02)	4,77 (0,02)	NS
Celltal (log)	1,57 (0,10)	1,61 (0,11)	NS	1,55 (0,10)	1,63 (0,11)	NS
Viktökning, kg	36,8 (7,02)	25,2 (7,02)	NS	40,6 (7,02)	21,4 (7,02)	tend
Ökn. i hull	0,28 (0,148)	0,34 (0,125)	NS	0,30 (0,128)	0,31 (0,145)	NS
N-eff. ² , %	28,0 (1,14)	33,6 (1,17)	**	30,6 (1,14)	31,0 (1,17)	NS

¹ NS = ej signifikant; $p < 0,10$ = tendens; $p < 0,05$ = *; $p < 0,01$ = **; $p < 0,001$ = ***.

² Kväveeffektivitet (N-eff.) anges som procent och beräknas som $100 \cdot \text{mängd kväve ut (N i producerad mjölk)} \div \text{mängd kväve in (N i intaget foder)}$.

Från data för konsumerat foder och uppnådd mjölkavkastning i försöket kan man beräkna mjölkintäkter minus foderkostnader för dessa foderstater. Beräkningarna är utförda utifrån rådande priser i Sverige vid försökets slutredovisning i februari 2013. För ekologisk mjölk användes priset 3,76 kr/kg ECM; för ensilage 1,30 kr/kg ts; för spannmålspletterna 3,40 kr/kg och för proteinkoncentratet 6,06 kr/kg. Resultatet visade att mjölkintäkter minus foderkostnader för en foderstat med proteinkoncentrat var 2,31 kr/kg ECM och utan proteinkoncentrat var 2,37 kr/kg ECM. Eftersom korna utan proteinkoncentrat producerade mindre kg ECM blev vinsten 8,20 kr lägre per ko och dag.

Slutsatsen av försöket är att man kan förvänta sig en avkastningsminskning på ca 13 % när proteinfodermedel utesluts ur foderstaten. Då foderkostnaden också minskar måste en beräkning av nettot mjölkintäkt minus foderkostnad alltid göras med aktuella priser.

Referens

Spörndly E. och Spörndly R. (2013) Mjölk på bara vall och spannmål. Sveriges Lantbruksuniversitet. *Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 286*. Uppsala.

Käringtand i vallen förbättrar proteinförsörjningen

T. Eriksson¹, N. Nilsdotter-Linde² och J. Jansson³

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Kungsängens forskningscentrum, Uppsala ²SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala ³Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem

Korrespondens: torsten.eriksson@slu.se

Sammanfattning

Käringtand odlas som vallväxt i stora delar av världen. Den har i utländska försök gett förbättrad proteinförsörjning och produktion hos mjölkkor och andra idisslare genom sitt innehåll av kondenserade tanniner som minskar proteinets våmnedbrytbarhet. Två år i följd gjordes mjölkkoförsök vid Kungsängens forskningscentrum för att undersöka om några sådana effekter finns under svenska förhållanden, där odlingsklimat, nödvändigheten av att odla käringtand i blandvallar och utspädning med en stor kraftfoderandel ger låg halt av kondenserade tanniner i foderstaten. Blandensilage med likvärdiga råprotein- och NDF-halter (161 respektive 385 g/kg ts) bestående av engelskt rajgräs och antingen käringtand eller vitklöver utfodrades tillsammans med kraftfoder på en nivå nära fri tillgång. Båda foderstaterna gav en positiv energibalans men var AAT-begränsade enligt både AAT/PBV-systemet och systemet NorFor. Käringtandfoderstaten gav tendens ($P = 0,06$) till 0,8 kg större mjölkproduktion per dag och både högre mjölkproteinhalt och 36 g större mjölkproteinproduktion per dag ($P < 0,01$ för båda). Den ökade mjölkproteinproduktionen var i samma storleksordning som den förbättrade AAT-tillförseln med käringtand (48 g/dag). Sänkt smältbarhet av råprotein med käringtand uppvägdes mer än väl av minskad våmnedbrytbarhet, så att slutresultatet blev ett nettotillskott av våmskyddat, smältbart råprotein. Resultaten visar att käringtand i svenska mjölkkofoderstater har positiva effekter på proteinförsörjningen.

Introduktion

Käringtand (*Lotus corniculatus* L.) är vanlig som vallväxt i Kanada, USA, Sydamerika och Nya Zeeland, framförallt som betesväxt (MacAdam *et al.*, 2006), medan den har relativt begränsad utbredning i Sverige. I utfodringsförsök har den i jämförelse med andra vallväxter gett positiv produktionsrespons hos såväl får (Waghorn, 2008) som mjölkkor (Woodward *et al.*, 2009; Hymes-Fecht *et al.*, 2013). De här effekterna tillskrivs käringtandens innehåll av kondenserade tanniner och deras bromsande effekt på foderproteinets våmnedbrytning, som ger potential för ökat upptag av protein i tunntarmen (AAT). Verkningsmekanismen är att ett tanninprotein-komplex bildas, som skyddar proteinet mot nedbrytning. Hos ett betande djur sker det i våmmen, när tanninerna, som främst finns i löslig form, får möjlighet att binda till proteiner i det sönderdelade fodret. Ensileras vallfodret, bildas tannin-proteinkomplexen redan i silon (Salawu *et al.*, 1999). När komplexet når löpmagen löses det upp av det låga pH (ca 2,5) som råder där, och proteinet kan sedan tas upp i tunntarmen (Jones och Mangan, 1977).

Under svenska klimatförhållanden får käringtand en relativt låg halt av kondenserade tanniner, som fram till dess laboratorieförsök av Hedqvist *et al.* (2000) visade motsatsen inte antogs kunna ha några effekter på proteinnedbrytningen. Det har också visat sig att käringtand i Sverige fungerar bäst i samodling med gräs (Nilsdotter-Linde, 1999), vilket innebär lägre halter av kondense-

rade tanniner än med en ren käringtandvall. Syftet med den utfodringsstudie som rapporteras här var att undersöka om käringtand jämfört med vitklöver har potential att förbättra mjölk Kors proteinförsörjning och kväveutnyttjande i form av ensilage från blandvallar, som är den helt dominerande grovfodertypen i Sverige.

Material och metoder

Blandvallar (utsädesmängder per ha: 12 kg käringtand Oberhaunstaedter + 8 kg engelskt rajgräs Condesa respektive 3 kg vitklöver Lena + 20 kg engelskt rajgräs Herbie) såddes in i havre Cilla (172 kg/ha) vid Rådde. Sortval och utsädesmängder syftade till att ge så likvärdiga ensilage som möjligt med avseende på råproteinhalt, NDF-halt samt baljväxtandel och byggde på erfarenheter från tidigare försök (Nilsdotter-Linde *et al.*, 2004). Vallarna slogs med slåtterkross, förtorkades till ca 50 % ts och ensilerades i rundbalar med 4 l Lactisil 200 NB/ton. En skörd tagen sista veckan i augusti insåningsåret, sju veckor efter putsning av insåningsgrödan användes för första årets utfodringsförsök. För andra årets utfodringsförsök blandades olika delskördar före utfodring för att ge högsta möjliga baljväxtandel och samtidigt likvärdiga halter av råprotein och NDF (tabell 1). Allt ensilage hade bra hygienisk kvalitet med 4–7 % ammoniumkväve av totalkvävet och mindre än 0,1 % smörsyra av ts. Halten av kondenserade tanniner i den botaniskt sorterade käringtanddelen var vid skörd 17 g/kg ts.

Utfodringsförsök av change-overtyp (tre fyraveckorsperioder per år) genomfördes med 12 SRB-kor År 1 och med 14 SRB-kor År 2. Försöksbehandlingar var de två ensilageslagen, som utfodrades med fasta givor som anpassats individuellt till en nivå strax under *ad lib* vid varje försöksårs inledning. Ensilage utgjorde 65 % av foderstaten (ts-basis) År 1 och 70 % År 2. År 1 kompletterades ensilaget med ett specialtillverkat pelleterat kraftfoder (47,2 % korn, 20 % havre, 12 % rapskaka, 18 % ärter och 2,8 % mineral-vitaminpremix). År 2 utgjordes kompletteringen av kornkross. Korna hölls uppbundna under försöken. Varje år gjordes kvantitativ urinuppsamling och träckprovtagning för smältbarhetsbestämning med saltsyraolöslig aska på åtta kor och våmprovtagningar på fyra kor. Resultaten från båda försöksåren analyserades tillsammans som ett experiment med procedur MIXED i SAS, version 9.2.

Tabell 1. Sammansättning av utfodrade ensilage

	Andel Kt/Vk, % av ts		Råprotein, g/kg ts		NDF, g/kg ts	
	År 1	År 2	År 1	År 2	År 1	År 2
Käringtand	31	58	161	167	410	358
Vitklöver	17	48	162	155	401	374

Resultat och diskussion

Båda foderstaterna hade positiv energibalans, även om käringtandfoderstaten var mindre energität (tabell 2) än vitklöverfoderstaten. Det var en följd av lägre fibersmältbarhet, något som återkom för VOS-värden, iNDF-värden och smältbarhetsmätningar från träckprovtagning. Det större AAT-intaget med käringtandfoderstaten berodde till största delen på lägre löslighet av råprotein och därmed större mängd våmstabil protein. Dagsmängden råprotein i träcken var 100 g större för käringtandfoderstaten, men det var ändå ett nettotillskott av 43 g våmstabil, smältbart protein per dag med käringtand.

Avkastningen som kg mjölk/ per dag (d) tenderade att vara störst med käringtandfoderstaten (tabell 3), men på grund av större variation skilde sig inte ECM-avkastningen mellan ensilagen, trots större numerisk skillnad. Produktionen av mjölkprotein var 36 g/d större med käringtandfoderstaten och kväveeffektiviteten tenderade därmed att vara marginellt högre. Halterna av våmammoniak var lika för foderstaterna, men mjölkureahalten var högst med käringtandensilage, tvärtemot vad som förväntades.

Tabell 2. Foderintag (LS Means)

	Käringtand	Vitklöver	<i>P</i> -värde
Totalfoderstat, kg ts/d	20,4	20,4	0,98
Ensilage, kg ts/d	13,37	13,43	0,63
NDF, g/d	6 081	6 132	0,28
Råprotein, g/d	3 106	3 032	<0,001
Lösligt råprotein, g/d	1 414	1 515	<0,001
<i>Näringsvärden enligt Spörndly (2003)</i>			
Omsättbar energi, MJ/d	222	227	0,001
AAT, g/d	1 653	1 605	<0,001
PBV, g/d	336	357	0,02
<i>Näringsvärden enligt Volden (2011). Aritmetiska behandlingsmedelvärden</i>			
NEL, MJ/d	131	138	-
NE-balans, %	102	110	-
Våmnedbrutet råprotein, g/d	2 387	2 461	-
Våmstabil råprotein, g/d	812	669	-
AAT-balans, %	88	92	-

Tabell 3. Produktion samt halter av mjölkurea och våmammoniak-N (LS Means)

	Käringtand	Vitklöver	<i>P</i> -värde
Mjölk, kg/d	26,1	25,3	0,06
ECM, kg/d	27,7	26,4	0,21
Mjölprotein, g/d	892	856	0,002
Mjölkkväve : foderkväve	0,284	0,277	0,08
Mjölkkurea, mmol/l	4,53	4,10	<0,001
Våmammoniak-N, mg/dl	12,80	12,53	0,67

Tabell 4 visar produktionsresponsen för ökad tanninhalt i foderstaten för detta försök och två andra försök. Tanninhalten 17 g/kg ts i käringtandplantorna innebar att totalfoderstaten innehöll ca 5 g kondenserade tanniner per kg ts) över de två åren. Woodward *et al.* (2009) höjde stegvis foderstatens tanninhalt genom att byta ut rajgräs mot käringtand till kor som enbart utfodrades med grönmassa. Hymes-Fecht *et al.* (2013) utfodrade fullfoderblandningar baserade på käringtandsorter med olika tanninhalt. Med tanke på effekter av olika försöksupplägg och olika analysmetoder bör jämförelsen tolkas med försiktighet, men den ger en indikation på vilken respons som kan förekomma. Gränserna för den möjliga förbättringen i proteinförsörjning bestäms av tanninhalten i käringtanden och av käringtandandelen i foderstaten.

Tabell 4. Respons för 1 grams ökad halt av kondenserade tanniner per kg ts i totalfoderstaten

	kg mjölk/d	Gram mjölkprotein/d
Detta försök	0,16	7,2
Woodward <i>et al.</i> (2009)	0,22	8,8
Hymes-Fecht <i>et al.</i> (2013)	0,42	15,5

Ett stort tack framförs till SLU Ekoforsk som finansierat undersökningen. Den fullständiga slutrapporten återfinns på <http://www.slu.se/Documents/externwebben/centrumbildningar-projekt/ekoforsk/Resultat%202012/Slutrapport%20tannin%2020130307.pdf>

Publicering i referee-granskad tidskrift:

Eriksson T., Norell L. och Nilsson-Linde N. (2012) Nitrogen metabolism and milk production in dairy cows fed semi-restricted amounts of ryegrass-legume silage with birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) or white clover (*Trifolium repens* L.). *Grass and Forage Science* 67, 546–558. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.2012.00882.x>

Referenser

- Hedqvist H., Mueller-Harvey I., Reed J.D., Krueger C.G. och Murphy M. (2000) Characterisation of tannins and in vitro protein digestibility of several *Lotus corniculatus* varieties. *Animal Feed Science and Technology* 87, 41–56.
- Hymes-Fecht U.C., Broderick G.A., Muck R.E. och Grabber J.H. (2013) Replacing alfalfa or red clover silage with birdsfoot trefoil silage in total mixed rations increases production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96, 460–469.
- Jones W.T. och Mangan J.L. (1977) Complexes of the condensed tannins of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) with fraction 1 leaf protein and with submaxillary mucoprotein, and their reversal by polyethylene glycol and pH. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 28, 126–136.
- MacAdam J.W., Griggs T.C., Beuselinck P.R. och Grabber, J.H. (2006) Birdsfoot trefoil, a valuable tannin-containing legume for mixed pastures. Online. Forage and Grazinglands doi:10.1094/FG-2006-0912-01-RV.
- Nilsson-Linde N. (1999) Birdsfoot trefoil grown in mixtures with grasses in a temperate climate. I: Fougelman D. och Lockeretz W. (reds.) Organic agriculture the credible solution for the XXIst century. Proceedings of the 12th international IFOAM scientific conference, 15–19 November 1998, Mar del Plata, Argentina, 171–175.
- Nilsson-Linde N., Olsson I., Hedqvist H., Jansson J., Danielsson G. och Christensson D. (2004) Performance of heifers offered herbage with birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) or white clover (*Trifolium repens* L.). *Grassland Science in Europe* 9, 1062–1064.
- Salawu M.B., Acamovic T., Stewart C.S., Hvelplund T. och Weisbjerg M.R. (1999) The use of tannins as silage additives: Effects on silage composition and mobile bag disappearance of dry matter and protein. *Animal Feed Science and Technology* 82, 243–259.
- Spörndly R. (2003) Fodertabeller för idisslare. SLU. Inst. för husdjurens utfodring och vård. Rapport 257.
- Waghorn G. (2008) Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production – progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology* 147, 116–139.
- Volden H. (red.) (2011) NorFor – The Nordic feed evaluation system. EAAP publication No. 130. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- Woodward S. L., Waghorn G. C., Watkins K. A. och Bryant M. A. (2009) Feeding birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) reduces the environmental impacts of dairy farming. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 69, 179–183.

Protein och fiber i rödklöver – inverkan av skördetidpunkt och sort

E. Nadeau¹, O. Hallin², W. Richardt³, H. Hansen⁴, A. Arnesson¹ och J. Jansson²

¹Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

²Hushållningssällskapet/Rådgivarna i Sjuhärads, Länghem ³LKS mbH, Lichtenwalde, Tyskland

⁴Köpenhamns Universitet, Institut for Produktionsdyr og Heste, Frederiksberg C, Danmark

Korrespondens: elisabet.nadeau@slu.se

Sammanfattning

Syftet var att studera effekt av skördetidpunkt och sort på protein- och fiberkvalitet i rödklöver. Fem olika sorter av rödklöver skördades vid fem skördetidpunkter i förstaårsvall 2012. Skördetidpunkt hade större effekt än sort på näringsinnehåll och kvalitet. Skillnader mellan sorter kunde till stor del förklaras av skillnader i utvecklingsstadier mellan sorterna vid skörd. Ares och Nancy hade högre halt av råprotein och sant protein och lägre andel osmältbar organisk substans och NDF än Rozeta, vilket kan förklaras av att Rozeta var i senare utvecklingsstadium vid skörd och hade därmed lägre bladandel än Ares och Nancy. Val av skördetidpunkt i första skörd beror på vad för typ av rödklöver vi vill skörda. Föredrar vi rödklöver som innehåller ett protein som bryts ner långsammare i vommen och till stor del tas upp i tunntarmen ska skörden ske senare men samtidigt ökar andelen osmältbar NDF mer än andelen gynnsamt protein ökar, vilket talar för en tidig skörd eftersom en ökad andel osmältbar NDF kan minska konsumtionen hos djuren. Dessutom kan smältbara fibrer utnyttjas som energi för att bygga upp mikrobprotein från det mer vommedbrytbara proteinet vid tidigare skörd. Val av sort och skördetidpunkt beror på vilket vallskördesystem som används på gården. Projektet finansierades av SLF genom Sverigeförsöken, Agroväst, Lantmännen, SLU, LKS mbH och Köpenhamns universitet.

Introduktion

Odling av inhemska proteingrödor är väsentligt för att stärka konkurrenskraften och förbättra näringshushållningen inom svensk djurproduktion. För idisslare, som kan utnyttja näringen i grovfoder genom symbios med mikrober i vommen, är vallen den främsta källan för idisslarnas protein- och fiberförsörjning. Rödklöver (*Trifolium pratense* L.) innehåller mycket protein och är relativt odlingssäker. Proteinhalten minskar medan fiberhalten ökar vid senare utvecklingsstadium hos växten eftersom stjälkandelen ökar på bekostnad av bladandelen. Totala fiberhalten i växten bestäms som neutral detergent fibre (NDF) och proteinet som råprotein (Rp), vilket beräknas utifrån växtens analyserade innehåll av totalt kväve x 6,25 (Buxton och Mertens, 1995).

Rp kan delas in i olika fraktioner enligt ”The Cornell Net Carbohydrate and Protein System”: icke protein kväve (non-protein nitrogen (NPN) och det sanna proteinet delas in i buffertlösligt protein, neutral detergent (ND)-lösligt protein, acid-detergent (AD)-lösligt protein och AD-olösligt protein (ADF-N). NPN kan försvinna genom vomväggen och förloras som urea via urinen om inte snabb energi finns tillgänglig från kolhydratnedbrytningen, såsom fibrernas nedbrytning i vommen. Buffertlösligt protein och ND-lösligt protein har varierande nedbrytning och AD-lösligt protein bryts ner relativt långsamt och tas upp till stor del i tunntarmen. AD-olösligt protein utnyttjas inte alls av djuren (Sniffen *et al.*, 1992). Protein som är fiberbundet och bryts ner långsamt under en längre tid i vommen och även passerar vommen för att brytas ner och tas upp i mag-tarmkanalen är önskvärt eftersom det kan utnyttjas bättre av idisslarna (Broderick, 1994). Rödklöversorter med högre fiberhalt (oftast sorter med högre stjälkandel) innehåller

sannolikt större andel av det protein som är bundet till NDF, vilket bryts ner långsammare hos idisslarna. Med senare utvecklingsstadium ökar sannolikt också det långsammare proteinet eftersom fiberhalten ökar med senare utvecklingsstadium. Syftet med projektet var att studera effekt av skördetidpunkt och sort på energi samt protein- och fiberkvalitet i rödklöver.

Material och metoder

I ett sortförsök, R6-101, med rödklöver på Rådde Gård, Hushållningssällskapet Sjuhärad, provtogs fem sorter, som skilde sig i blad/stjälkandel och utvecklingsstadium, för analys av organiska substansens smältbarhet samt protein- och fiberkvalitet. Sorterna var SW Ares och Rozeta, (SSD) som är diploida, och SW Nancy, SW Vicky och Taifun (SSD), som är tetraploida. Fältförsöket var upplagt som ett randomiserat block med tre block. Sorterna skördades fem gånger under första vallåret 2012. Skördetidpunkterna var 1) 11 dagar före första skörd 31/5, 2) vid första skörd 11/6, 3) 7 dagar före andra skörd 16/7, 4) vid andra skörd 23/7 och 5) vid tredje skörd 4/9. Utvecklingsstadium och bladandel bestämdes ledvis vid varje skördetidpunkt och avkastningen registrerades per block vid tre tillfällen; första, andra och tredje skörd.

Vomvätskelöslig organisk substans (VOS) analyserades enligt Lindgren (1979). Råprotein, sant protein, buffertolösligt sant protein, ND-olösligt sant protein och AD-olösligt sant protein analyserades och utifrån de analyserade värdena beräknades följande fraktioner: A (NPN), B1 (buffertlösligt sant protein), B2 (ND-lösligt sant protein) och B3 (AD-lösligt sant protein). AD-olösligt sant protein betecknas C (Licitra *et al.*, 1996). Osmältbar torrsbstans (ts), organisk substans och NDF efter 72 timmars inkubering med vomvätska och buffert analyserades med gas *in vitro* teknik enligt ANKOM och innehåll av NDF analyserades med ANKOM (Hansen *et al.*, 2012). Data analyserades statistiskt i PROC MIXED (SAS 9.3) med skörd och sort som fixa faktorer, block som slumpmässig faktor och skörd som upprepade mätning. Parvisa jämförelser mellan medelvärdena för skörd respektive sort utfördes med Tukey's test när *P*-värdet för skörd respektive sort var signifikant ($P < 0,05$). Samband mellan bladandel och protein analyserades i PROC REG (SAS 9.3).

Resultat och diskussion

I följande text hänvisas till tabell 1, som visar resultaten för varje skördetidpunkt som ett medelvärde över sort och tabell 2, som visar resultaten för varje sort som ett medelvärde över skördetidpunkt. Avkastningen av ts och Rp var större för första skörd än för återväxterna. Rozeta och Taifun hade större ts-avkastning än Ares och Nancy, vilket delvis kan förklaras av att Rozeta och Taifun, som är tidiga sorter, var i senare utvecklingsstadier vid skörd än Ares och Nancy (26 % jämfört med 5 % av plantorna i begynnande knoppning eller i senare utvecklingsstadier). Den organiska substansens smältbarhet *in vitro* analyserad med VOS-metoden och omsättbar energi minskade med senare skördetidpunkt i första och andra skörd, vilket kan relateras till den ökade andelen osmältbar NDF i g/kg ts med senare skördetidpunkt vid dessa skördar (Buxton och Mertens, 1995). Ares, Nancy och Vicky hade högre VOS-värde och energihalt än Rozeta fastän NDF-halterna inte skilde sig åt mellan sorterna. Däremot var andelen osmältbar ts, organisk substans och NDF i g/kg ts lägre för Ares, Nancy och Vicky än för Rozeta. Taifun intog en mellanställning och innehöll mer osmältbar NDF än Ares och Nancy.

Halterna av Rp och sant protein minskade med senare skördetidpunkt i första och andra skörd och återväxtskördarna hade högre halter av protein än första skörd, delvis beroende på en högre bladandel i växterna vid tidigare skördetidpunkter (71 % jämfört med 57 % av ts) och i återväxtskördarna jämfört med första skörd (66 % jämfört med 44 % av ts). Rozeta hade den lägsta Rp-halten medan Ares och Nancy hade den högsta följt av Taifun och Vicky. Rozeta hade lägre halt av sant protein än de andra sorterna förutom Taifun och båda hade lägre halt sant protein än Ares. Skillnaderna i proteinhalt mellan sorterna kan relateras till skillnader i bladandel med högst andel blad för Ares och Nancy och lägst för Rozeta. Det fanns ett relativt starkt positivt samband mellan bladandel och sant protein ($R^2 = 0,64$, $P < 0,0001$) samt ett något svagare samband mellan bladandel och Rp ($R^2 = 0,55$, $P < 0,0001$), vilket betyder att när bladandelen ökar så ökar proteinhalten.

Tabell 1. Avkastning, smältbarhet, energi, totalfiber, proteinfraktioner och osmältbara foderfraktioner i rödklöver skördat vid fem olika skördetidpunkter. Medelvärden över fem olika sorter (n = 15)

	Skörd					SEM	P-värde
	11 dagar före 1	1	7 dagar före 2	2	3		
Avkastning, kg ts/ha	-	5389 ^a	-	3923 ^b	3511 ^b	154	< 0,0001
Avkastning, kg råprotein/ha		919 ^a		760 ^b	704 ^c	22,9	< 0,0001
Aska, g/kg ts	103 ^b	97 ^c	111 ^a	103 ^b	105 ^b	1,0	< 0,0001
VOS ¹ , %	90,2 ^a	86,5 ^b	89,4 ^a	85,9 ^b	84,2 ^c	0,30	< 0,0001
Omsättbar Energi, MJ/kg ts	11,2 ^a	10,9 ^c	11,0 ^b	10,8 ^d	10,6 ^d	0,03	< 0,0001
NDF, g/kg ts	356 ^b	363 ^{bc}	353 ^c	364 ^b	389 ^a	3,8	< 0,0001
Råprotein (Rp), g/kg ts	223 ^a	171 ^d	215 ^b	194 ^c	201 ^c	1,7	< 0,0001
Sant protein, g/kg ts	167 ^a	125 ^c	165 ^a	149 ^b	152 ^b	1,6	< 0,0001
A (NPN), % av Rp	25,1 ^b	27,1 ^a	23,6 ^b	23,4 ^b	25,0 ^b	0,52	< 0,0001
B1 (buffertlösligt protein), % av Rp	2,2	2,9	1,9	2,3	1,8	0,43	Ej sign.
B2 (ND-lösligt protein), % av Rp	28,9 ^a	24,5 ^b	26,6 ^{ab}	26,0 ^{ab}	25,7 ^{ab}	0,84	< 0,01
B3 (AD-lösligt protein), % av Rp	38,9 ^b	44,8 ^a	42,5 ^{ab}	42,7 ^{ab}	41,4 ^{ab}	1,02	< 0,01
C (AD-olösligt protein), % av Rp	4,9 ^c	5,2 ^{bc}	5,5 ^{abc}	5,6 ^{ab}	5,9 ^a	0,18	< 0,01
Osmältbar torrs substans, g/kg ts ¹	229 ^c	269 ^{ab}	256 ^b	261 ^{ab}	274 ^a	4,8	< 0,0001
Osmältb. organisk substans, g/kg ts ¹	206 ^c	229 ^b	240 ^{ab}	234 ^{ab}	245 ^a	4,6	< 0,0001
Osmältbar NDF, g/kg ts ¹	96 ^c	136 ^a	105 ^c	126 ^b	139 ^a	2,3	< 0,0001

^{a,b,c} Medelvärden med olika bokstäver inom samma rad skiljer sig åt ($P < 0,05$). Ej sign. = Ej signifikant.

¹ Osmältbar torrs substans, organisk substans och NDF efter 72 timmars inkubering med gas in vitro-metod.

Fraktion A, dvs. NPN, som utnyttjas dåligt av idisslarna, var högre vid första skörd än vid de andra skördetidpunkterna och Taifun hade högre halt NPN än Ares. Fraktion B2, som är det ND-lösliga proteinet, minskade med 15 % medan fraktion B3, dvs. det AD-lösliga proteinet, som till stor del kan tas upp i tunntarmen, ökade i motsvarande grad från 11 dagar före första skörd till första skörd. Samtidigt påverkades inte fraktion C, det AD-olösliga proteinet, som inte kan utnyttjas av djuren (Broderick, 1994).

Tabell 2. Avkastning, smältbarhet, energi, totalfiber, proteinfraktioner och osmältbara foderfraktioner i fem röd-klöversorter. Medelvärden över fem olika skördetidpunkter (n = 15)

	Sort					SEM	P-värde
	Ares	Nancy	Rozeta	Taifun	Vicky		
Avkastning, kg ts/ha	3948 ^b	4113 ^b	4460 ^a	4508 ^a	4342 ^{ab}	129	< 0,001
Avkastning, kg råprotein/ha	747	797	780	840	807	27,5	Ej sign.
Aska, g/kg ts	107 ^a	102 ^b	105 ^{ab}	103 ^{ab}	103 ^{ab}	1,1	< 0,05
VOS ¹ , %	87,9 ^a	87,8 ^a	85,9 ^b	86,8 ^{ab}	87,8 ^a	0,29	< 0,0001
Omsättbar Energi, MJ/kg ts	10,9 ^a	11,0 ^a	10,8 ^b	10,9 ^{ab}	11,0 ^a	0,03	< 0,0001
NDF, g/kg ts	359	365	369	370	362	4,0	Ej sign.
Råprotein (Rp), g/kg ts	205 ^a	208 ^a	189 ^c	202 ^{ab}	201 ^b	1,7	< 0,0001
Sant protein, g/kg ts	158 ^a	155 ^{ab}	143 ^c	149 ^{bc}	153 ^{ab}	1,7	< 0,0001
A (NPN), % av Rp	23,1 ^b	25,7 ^{ab}	24,5 ^{ab}	26,3 ^a	24,6 ^{ab}	0,65	< 0,05
B1 (buffertlösligt protein), % av Rp	3,1	2,3	1,7	2,1	2,0		Ej sign.
B2 (ND-lösligt protein), % av Rp	27,1	28,5	25,8	24,5	25,7	0,88	Ej sign.
B3 (AD-lösligt protein), % av Rp	41,5	41,9	42,1	42,8	42,2	0,79	Ej sign.
C (AD-olösligt protein), % av Rp	5,5	5,1	5,9	5,4	5,4	0,21	Ej sign.
Osmältbar torrs substans, g/kg ts ¹	249 ^b	249 ^b	277 ^a	263 ^{ab}	250 ^b	4,7	< 0,0001
Osmältb. organisk substans, g/kg ts ¹	226 ^b	226 ^b	245 ^a	235 ^{ab}	223 ^b	4,2	< 0,0001
Osmältbar NDF, g/kg ts ¹	111 ^c	115 ^c	131 ^a	126 ^{ab}	119 ^{bc}	2,0	< 0,0001

^{a,b,c}Medelvärden med olika bokstäver inom samma rad skiljer sig åt ($P < 0,05$). Ej sign. = Ej signifikant.

¹Osmältbar torrs substans, organisk substans och NDF efter 72 timmars inkubering med gas *in vitro* metod.

Referenser

- Buxton D.R. och Mertens D.R. (1995) Quality-related characteristics of forages. I: R.F. Barnes, D.A. Miller och C.J. Nelson (reds.) Forages Volume II: The Science of Grassland Agriculture, 5th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, s. 83–96.
- Broderick G.A. (1994) Quantifying forage protein quality. I: G.C. Fahey Jr., M. Collins, D.R. Mertens och L.E. Moser (reds.) Forage quality, evaluation and utilization. ASA Inc., CSSA Inc., SSSA Inc., Madison, Wisconsin, USA, s. 200–228.
- Hansen H.H., Storm I.M.L.D. och Sell M. (2012) Effect of biochar on *in vitro* rumen methane production. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A – Animal Science*, Special issue: Agriculture and greenhouse gases: NJF seminar 453, 62 (4), 305–309.
- Licitra G., Hernandez T.M. och Van Soest P.J. (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 57, 347–358.
- Lindgren E. (1979) The nutritional value of roughages determined in vivo and by laboratory methods. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Rapport 45. 66 s.
- Sniffen C.J., O'Connor, J.D., Van Soest P.J., Fox D.G. och Russel, J.B. (1992) A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II: Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science* 70, 3562–3577.

Optimera skördestrategin i rajgräs

M.A. Halling

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala

Korrespondens: magnus.halling@slu.se

Sammanfattning

I ett projekt belystes effekten av olika skördestrategier i form av tidpunkt för skörd och intervallet mellan skördar på avkastning och uthållighet hos engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.) Målsättningen var att resultaten skulle leda till förslag på skördestrategier som kan förbättra övervintringen av engelskt rajgräs i södra och mellersta Sverige. Resultaten visar att det finns stora skillnader i efterverkan på övervintring och avkastning av skördesystemet i engelskt rajgräs beroende på geografiskt läge eller klimat. Störst inverkan hade tidpunkten för första skörd och sista skörd vid fyra skördar. En senare första skörd ökade avkastningen i alla försöken. När en tidig första skörd togs en vecka senare jämfört med axgång visade efterverkan att det var positivt för övervintringen på de sydligare platserna i Rådde utanför Borås och Tvååker utanför Varberg. Däremot var det mer positivt för övervintringen att ta en tidig första skörd på de nordliga platserna i Uppsala och Hedemora. Skillnaden mellan bästa och sämsta övervintring kunde vara upp mot 1,7 ton ts per ha i avkastning, vilket kan ha stor ekonomisk betydelse. Slutsatsen blir att rekommendationer om optimala skördesystem för engelskt rajgräs blir geografiskt betingat.

Introduktion

Engelskt rajgräs har en imponerande produktionskapacitet i södra och mellersta Sverige under förutsättning att arten övervintrar. Studeras avkastningen av engelskt rajgräs, sjunker ofta avkastningen i renbestånd med ca 25 % per övervintring (Halling, 2012). Samband finns mellan skördestrategi och övervintring, men frågan är inte tillräckligt utredd. Första skörd genomförs allt tidigare för att förbättra näringskvaliteten, vilket medför fler skördar. Efter en tidig första skörd blir återväxten oftast mer strårik (Ingvarsson, 2003) och har därmed högre innehåll av fiber, vilket kan vara en fördel i rajgräsdominerade vallar eftersom fiberhalten är låg för engelskt rajgräs. Sortskillnader i axgångsfrekvens har i sortprovningen observerats i återväxten (Halling, 2008). Tidpunkten för första skörd i engelskt rajgräs påverkar övervintringen (Ingvarsson, 2003). Tidigare resultat visar att en sen skörd (en vecka efter axgång) ger bättre övervintring än en tidigare skörd (en vecka före axgång) (Ingvarsson, 2003; Jönsson, 2006). Utländska undersökningar visar på liknande resultat (Bienne *et. al.*, 1980 och Gilliland, 1997). Bakgrunden är att vid en försenad förstaskörd hinner de flesta skotten gå i ax, vilket reducerar bort en stor del av de vegetativa skotten i botten av beståndet. Enbart nya skott bildas i återväxten, vilka har en god övervintringsförmåga. Vid tidig första skörd däremot överlever fler skott vilka bildar axbärande strån i återväxten, vilket håller tillbaka ny skottbildningen i återväxten. Detta ger färre övervintrande skott och sämre tillväxt nästa år. Målsättningen med projektet var att studera hur sambandet mellan skördetidpunkt för delskördarna, skördeintervall mellan delskördarna och antal skördar påverkar övervintring och uthållighet för engelskt rajgräs.

Material och metoder

Undersökningen genomfördes med fältförsök på totalt sex olika platser mellan Halland och södra Norrland för att spegla olika klimatiska betingelser. Fyra platser redovisas här. Två delprojekt

ingår med olika kombinationer av skördeintervall, tidpunkt för skördarna och sorter. De försök som genomfördes i de två delprojekten framgår av tabell 1.

Tabell 1. Förteckning av platser i delprojekt A och B där skörd i vall I och II genomfördes

Delprojekt	Plats	Län	Benämning	Anlägg- ningsår	Koordinater	
					N	E
A	Uppsala	C	C2006*	2006	59,83	17,70
A	Rådde	Ps	PS2006	2006	57,61	13,26
A	Uppsala	C	C2007	2007	59,84	17,70
A	Rådde	Ps	PS2007	2007	57,61	13,26
B	Vreta Kloster	E	E2006	2006	58,49	15,50
B	Tenhult	F	F2006#	2006	57,73	14,28
B	Tvååker	N	N2006	2006	57,03	12,39
B	Hedemora	W	W2006	2006	60,30	16,00

*Avvikelse finns i de planerade skördetiderna i skörd 2 och 3 första vallåret.

#Avvikelse finns i de planerade skördetiderna i första skörd andra vallåret.

I tabell 2 beskrivs alla varianter på skördesystem i de två delprojekten. Delprojekt A (R6-5541) innehöll alla skördesystem, men endast skördesystem A–D ingick i delprojekt B (R6-5542). Skörd 1 under vallår 1 hade följande huvudvarianter: tidig = 1 v före axgång; normal = vid axgång; sen = 1 v efter axgång. Skördesystem A–C hade fasta intervaller till skörd 2 och 3. I skördesystem E–G var istället tidpunkten för skörd 2 och 3 fast. I skördesystem H hade andra skörd senarelagts en vecka jämfört med skördesystem E–G. I skördesystem D ingick fyra skördar. Vall II skördades vid en gemensam tidpunkt för skörd 1 och 2 i alla skördesystemen för att kunna mäta efterverkan. Datum i planerna är riktdatum och de försköts lite beroende på utvecklingsrytmen och aktuell väderlek. Försöken designades som faktoriella blockförsök med fyra upprepningar och fullständig slumpning för varje plats.

Tabell 2. Skördesystem i delprojekt A. Åtta olika i fyra försök på platserna Rådde och Uppsala. Skördesystem A–D ingick i delprojekt B

Skörde- system	Skörd 1			Skörd 2			Skörd 3			Skörd 4		
A.	Tidig	30 maj	+	6 v	11 juli	+	8 v	5 sep				
B.	Normal	6 juni	+	6 v	18 juli	+	8 v	12 sep				
C.	Sen	13 juni	+	6 v	25 juli	+	8 v	19 sep				
D.	Tidig	30 maj	+	6 v	11 juli	+	8 v	5 sep	+	6 v	17 okt	
E.	Tidig	30 maj	+	7 v	18 juli	+	7 v	5 sep				
F.	Normal	6 juni	+	6 v	18 juli	+	7 v	5 sep				
G.	Sen	13 juni	+	5 v	18 juli	+	7 v	5 sep				
H.	Sen	13 juni	+	6 v	25 juli	+	6 v	5 sep				

Resultat

Delprojekt A

En senareläggning med en vecka från tidig (A och E) till normal (B och F) tidpunkt av första skörd har i båda försök inneburit en 16–27 % signifikant större avkastning i vall I (tabell 3). Effekten var inte lika stor vid en senareläggning från normal till sen tidpunkt i första skörd. En senareläggning en vecka av sista skörd (C och H) ökade den totala avkastningen i vall I med 5 %, men minskade avkastningen med 12 % i Uppsala i vall II. I Råddeförsöket hade denna

försening ingen effekt på avkastningen i vall II. Det skördesystem som avkastade mest hade en sen första och tredje skörd (C). Den största negativa efterverkan på avkastningen i vall II fanns i systemet med fyra skördar i Uppsala (-43 %). Efterverkan i Uppsala erhöles mest i första skörd, medan efterverkan på Rådde kom i andra skörd. Störst effekt i efterverkan på avkastningen observerades i Uppsala.

Tabgm3. Avkastning i olika skördesystem (kg ts ha⁻¹) behandlingsår och efterverkansår för två platser

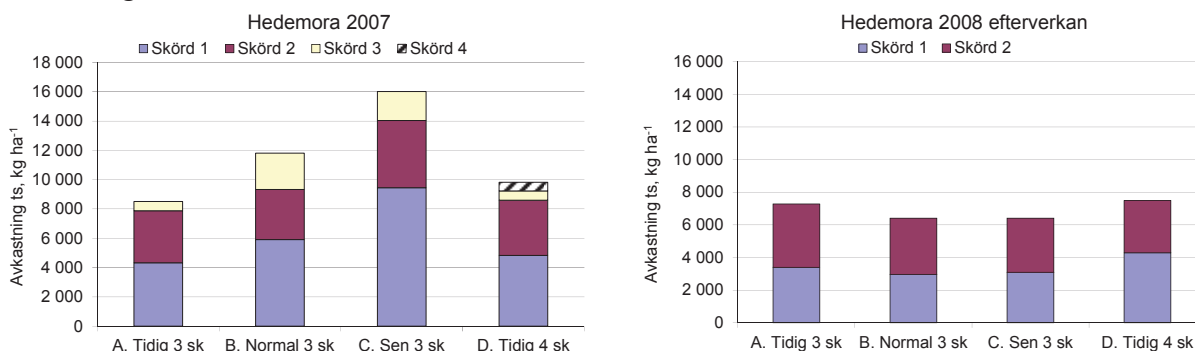
Begränsning av skördens system (kg to ha) i behandlingsår och skörd för två platser									
Skörde- system	Första vallåret					Andra vallåret			Skörd vall I + II
	Skörd 1	Skörd 2	Skörd 3	Skörd 4	Total skörd	Skörd 1	Skörd 2	*Total skörd	
<i>Uppsala</i>									
A	5 358	4 800	5 809		15 967	4 399	3 128	7 527	23 494
B	6 824	4 854	5 033		16 711	3 952	3 108	7 060	23 771
C	7 596	4 972	5 667		18 234	2 910	3 008	5 918	24 152
D	5 321	4 838	5 583	893	16 636	1 453	2 871	4 325	20 961
E	5 364	6 292	5 687		17 343	4 630	3 106	7 735	25 078
F	6 663	4 697	5 390		16 750	3 762	3 050	6 812	23 562
G	7 747	3 802	5 554		17 102	4 167	3 109	7 276	24 378
H	7 778	4 720	4 941		17 439	3 868	3 005	6 873	24 312
<i>Rådde</i>									
A	5 655	2 791	3 935		12 381	3 987	2 990	6 978	19 359
B	6 879	2 694	3 374		12 947	4 348	2 979	7 327	20 274
C	7 358	3 005	3 383		13 746	4 207	2 903	7 111	20 857
D	4 993	2 529	3 933	1 388	12 844	3 543	3 404	6 947	19 791
E	5 354	3 466	3 324		12 143	3 903	2 802	6 705	18 848
F	6 570	2 737	3 135		12 441	4 111	2 601	6 712	19 153
G	7 251	2 201	3 596		13 048	4 117	2 883	7 000	20 048
H	7 343	2 974	2 716		13 033	4 398	2 671	7 069	20 102
LSD	282	300	379		513	582	205	699	-
P HS	0,001	-	-		0,001	-	-	-	-
P HS * S	NS	0,001	0,041		NS	0,001	0,001	0,001	-

LSD = Minsta signifikanta skillnaden om $p < 0,05$, HS = skördesystem, S = plats, NS = inte signifikant.

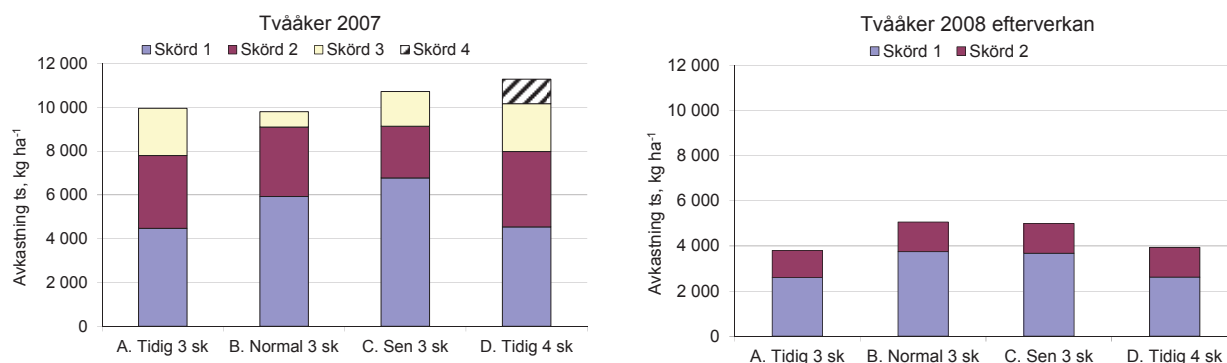
Förklaring led A-H se tabell 2. *Skörd 3 har inte tagits och ingår inte i total skörd.

Delprojekt B

I Hedemora resulterade en senare tidpunkt för första skörd i en stor ökning av totala avkastningen i vall I (figur 1). Vid en tidig första skörd hade tredje och fjärde skörd mycket liten avkastning.



Figur 1. Avkastning i delprojekt B i Hedemora (W2006) under vallår I och II.



Figur 2. Avkastning i delprojekt B i Tvååker (N2006) under vallår I och II.

Däremot blev efterverkan mer negativ vid en senare första skörd. Fyra skördar jämfört med tre hade inte negativ effekt på avkastningen nästa år. I Tvååker resulterade en senare tidpunkt för första skörd endast i en liten ökning av totalavkastningen i vall I (figur 2). Vid en tidig första skörd blev det en negativ effekt på nästa års avkastning.

Diskussion

En senareläggning av första skörd har inneburit en signifikant större avkastning första vallåret. Däremot har detta inte alltid förbättrat övervintringen till året därpå, utan effekten har antingen varit positiv eller negativ av en senarelagd första skörd. Det verkar finnas ett mönster i denna effekt med breddgarden på försöksplatsen. På de två nordligaste platserna, Hedemora och Uppsala, var en tidig första skörd positiv för tillväxten nästa år. För de två sydligaste platserna, Rådde och Tvååker, var en tidig första skörd negativ för tillväxten nästa år. Hur detta är kopplat till klimatet behöver utredas. Resultaten visar att fyra skördar i engelskt rajgräs jämfört med tre ofta har påverkat avkastningen påföljande vallår negativt, men inte alltid. Slutsatsen blir att rekommendationer om optimala skördesystem för engelskt rajgräs är geografiskt betingat.

Tack till Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF, projekt H0541183) som finansierade projektet.

Referenser

- Binnie R.C., Chestnutt D.M.B. och Murdoch J.C. (1980) The effect of time of defoliation and height of defoliation on the productivity of perennial ryegrass swards. *Grass and Forage Science* 35, 267-273.
- Gilliland T.J. (1997) Changes induced by defoliation in the yield and digestibility of leaves and stems of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) during reproductive development. *European Journal of Agronomy* 6, 257-264.
- Halling M.A. (2008) Vallväxter till slåtter och bete samt grönfoderväxter. Sortval för södra och mellersta Sverige 2008/2009. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi*. 67 s.
- Halling M.A. (2012) Uthållighet och avkastning hos sorter av engelskt rajgräs, rajsvingel och rörsvingel. *Sveriges lantbruksuniversitet, Södra jordbruksförsöksdistriktet, Meddelande från södra jordbruksförsöksdistriktet* 65, 27:1-27:8.
- Ingvarsson N. (2003) Reproductiv utveckling i återväxten hos olika sorter av engelskt rajgräs (*Lolium perenne*). *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi och växtproduktionslära. Examensarbeten och seminarieuppsatser* 60.
- Jönsson H.-A. (2006) Övervintringsförmåga i engelskt rajgräs. Svenska Vallföreningen. *Svenska vallbrev* 1.

Uthållighet hos olika vallgräs

M.A. Halling

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala

Korrespondens: magnus.halling@slu.se

Sammanfattning

Projektets syfte var att testa uthålligheten upp till fyra vallår hos sorter av engelskt rajgräs, rajsvingel och rörsvingelhybrid under fältförhållanden i södra och mellersta Sverige. De ordinarie sortförsöken förlängdes under perioden 2009–2011 med ett tredje och fjärde vallår. Avkastning, marktäckning och skottvikt bestämdes. Även resultat från ett liknande projekt 2006–2008 finns med. Resultaten visar att arterna uppförde sig olika i Götaland jämfört med Svealand. Rajsvingel var betydligt uthålligare i Götaland än i Svealand, men engelskt rajgräs hade lika stor nedgång i avkastning i första skörd i båda områdena. Rörsvingel och rörsvingelhybrid var de uthålligaste arterna med stabilast avkastning över fyra vallår. Det fanns dock sortskillnader inom rörsvingelhybriden, där Hykor hade stor variation i uthållighet i Svealand. Marktäckning och mängden levande skott på våren var ett bra sätt att mäta vinterskadorna och beståndets tillväxtpotential. Enligt resultaten kan en marktäckning på 50 % på våren medföra en reduktion i avkastning på ca 2,2 ton ts ha⁻¹ i första skörd, vilket kan påverka ekonomin på en vallgård.

Introduktion

Arterna engelskt rajgräs och rajsvingel är inte helt anpassade till det svenska klimatet och därför är olika sorters övervintringsförmåga en viktig egenskap. Rajsvingel, som har ängssvingel och italienskt rajgräs som föräldrar, är inte lika uthållig som rörsvingelhybrid, som har rörsvingel och italienskt rajgräs som föräldrar. I arterna rajsvingel och rörsvingelhybrid har växtförädlarna kombinerat svinglarnas goda hårdighet och torktålighet med det italienska rajgräsets snabba etableringsförmåga, tidighet, goda återväxtförmåga samt högre smältbarhet och smaklighet. Både i försök och i praktisk odling har man observerat en snabb nedgång av tillväxtpotentialen i äldre vallar av dessa arter. I den officiella sortprovningen sjunker den totala avkastningen för den engelska rajgrässorten SW Birger redan i andra årets vall i Götaland med 26 % och i Svealand med 18 % (Halling, 2012). Projektet finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF, projekt H0841007). Målsättningen var att testa uthålligheten hos sorter av engelskt rajgräs, rajsvingel och rörsvingelhybrid under fältförhållanden i södra och mellersta Sverige för att kunna ge rekommendationer till lantbrukarna.

Material och metoder

Undersökningen genomfördes genom att de officiella sortförsöken i de arter som nämnts ovan förlängdes med ett tredje vallår t.o.m. skörd 2 under åren 2006–2008 och med ett tredje och fjärde vallår under åren 2009–2011. Den senare perioden innehöll tre skördar varje år. En förteckning över de 30 genomförda försöken på tio olika platser i tredje årets vall finns i tabell 1. Sex av dessa försök skördades ett fjärde vallår. Sortförsöken utfördes enligt gemensamt protokoll för alla platser. Varje försök omfattade tre upprepningar. Alla sorter skördades samtidigt och första skörd togs vid mätarens ax/vippgång då halva axet var synligt på hälften av skotten. Det

innebar en genomsnittlig första skördetid den 9:e juni (variation 25 maj till 19 juni). Kvävegödsling gjordes med 100, 80 och 60 kg N ha⁻¹ till respektive skörd. P och K tillfördes efter behov. Sorterna såddes med insåningsgröda eller i renbestånd med utsädesmängd 30 kg ha⁻¹ för rajsvingel och tetraploidt engelskt rajgräs, 26 kg ha⁻¹ för rörsvingelhybrid och 23 kg ha⁻¹ för diploidt engelskt rajgräs.

Tabell 1. Skördade sortförsök i tredje årets vall

		Skördeår						
Plats	Län	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Totalt
Tommarp (LB)	Skåne län	1	1	1				3
Svalöv (MS)	Västra Skåne län			1				1
Tvååker (NN)	Hallands län	1	1	1	1			4
Tenhult (F)	Jönköpings län	1	1	1				3
Rådde (PS)	Västra Götalands län	1	1	1	1	2	1	7
Bjertorp (RS)	Västra Götalands län	1		1				2
Skänninge (ES)	Östergötlands län		1					1
Lillerud (SS)	Värmlands län	1						1
Uppsala (CX)	Uppsala län	1	1	1	1	1	1	6
Hedemora (W)	Dalarnas län					1	1	2
Totalt		7	6	7	3	4	3	30

Bokstäver inom parentes är länskod för försöksplatsen.

Resultat

Försöken redovisas i tabell 2 uppdelade på två områden. Lillerud, Hedemora och Uppsala räknas till Svealand, övriga räknas till Götaland. I genomsnitt har sorterna förekommit i 10 försök i Götaland och i 3 försök i Svealand. Resultaten visar att avkastningen i första skörd för sorterna av engelskt rajgräs i genomsnitt minskade med 18–40 procent varje vallår. I Götaland var nedgången störst till vall II (genomsnitt 28 %, tabell 2) och i Svealand som mest till vall III (genomsnitt 40 %). I första skörd vall III erhöles inga säkra skillnader mellan de olika rajgrässorterna, men försöksvariationen (*CV*) var stor detta år, särskilt i Svealand. Däremot visade resultaten att avkastningen för rörsvingelhybriden Hykor ökade till vall II. Avkastningen för Hykor var i Götaland vall I signifikant mindre än för rajsvingelsorterna Perun och Paulita. Andra vallåret var relationen den omvända. Under vall II hade Hykor den största avkastningen i första skörd och totalt sett i båda områdena. I Svealand hade Aberdart signifikant mindre avkastning än Birger både vall I och II.

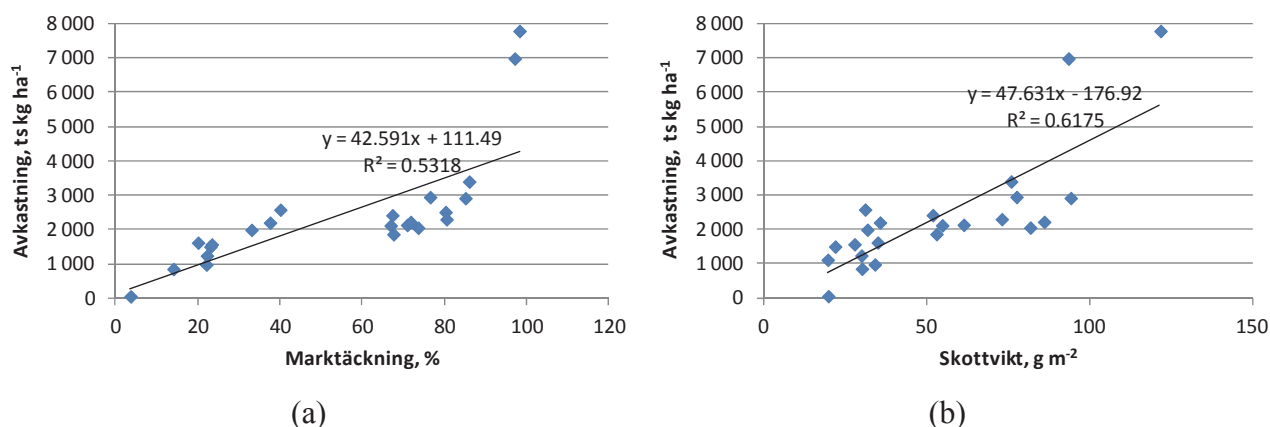
I figur 1a visas sambandet mellan avkastningen i första skörd och den genomsnittliga marktäckningen vid tillväxtstarten på våren i försöket i Rådde i vall III och IV. Förhållandet var signifikant ($p < 0,001$) och starkast i fjärde årets vall. I alla andra försök som skördats t.o.m. vall fyra var också förhållandet mellan avkastningen i första skörd och marktäckningen på våren signifikant, utom vall IV i Hedemora (data visas inte). Regressionen i figur 1a visar att ett bestånd som hade 50 % marktäckning på våren i genomsnitt fick en reduktion i avkastning på ca 2 200 kg ts ha⁻¹ i första skörd, jämfört med 100 % marktäckning. Sambandet mellan avkastningen i första skörd och skottvikten vid tillväxtstarten (figur 1b) i samma försök var också signifikant ($p < 0,002$). Liksom för sambandet med marktäckning var det starkast i vall IV. De andra försöken, utom Hedemora, uppvisade signifikant samband endast i vall IV.

Tabell 2. Avkastning (kg ha⁻¹) i första skörd under tre vallår i två områden. RAJ = rajsvingel och RÖS = rörsvingelhybrid. Övriga är sorter av engelskt rajgräs

Sort	Typ	Område och vallår									
		Götaland					Svealand				
		Vall I	Vall II	Vall III	K	R ²	Vall I	Vall II	Vall III	K	R ²
Aberdart (2n)	Lp	7 094	4 941	4 373	-1 361	0,90	6 010	4 080	2 953	-1 529	0,98
Gunne (2n)	Lp	7 222	5 289	4 123	-1 550	0,98	6 732	5 850	3 367	-1 683	0,93
Helmer (4n)	Lp	7 159	5 069	4 260	-1 450	0,94	6 351	5 614	3 373	-1 489	0,92
Herbal (4n)	Lp	6 660	4 948	3 725	-1 468	0,99	6 102	4 842	2 912	-1 595	0,99
Herbie (2n)	Lp	6 768	4 583	3 942	-1 413	0,91	5 904	4 597	2 563	-1 671	0,98
Loporello (4n)	Lp	6 633	5 150	4 135	-1 249	0,99	6 016	5 578	2 997	-1 510	0,86
SW Birger (4n)	Lp	7 303	5 402	4 570	-1 367	0,95	7 263	6 094	3 845	-1 709	0,97
Hykor, RÖS	Lm x Fa	6 180	6 925	6 824	322	0,63	5 122	6 610	3 142	-990	0,32
Paulita, RAJ	Lm x Fp	7 586	5 793	5 759	-914	0,76	6 793	5 142	3 262	-1 766	1,00
Perun, RAJ	Lm x Fp	7 243	5 479	5 416	-914	0,78	6 856	5 562	4 110	-1 373	1,00
Medel		6 985	5 358	4 713	-1 136	0,88	6 315	5 397	3 253	-1 531	0,89
LSD		509	426	692			1 293	902	1 570		
CV %		9,1	10,2	13,5			6,4	11,2	24,4		
P		0,001	0,001	0,001	0,011		0,003	0,001	0,693	0,001	

K = lutningskoefficient. K anger för varje sort den genomsnittliga minskningen per vallår; R² = korrelationskoefficient; 2n = diploid, 4n = tetraploid; Lp = *Lolium perenne* L.; Lm = *Lolium multiflorum* Lam.; Fa = *Festuca arundinacea* Schreb.; Fp = *Festuca pratensis* Huds.

LSD = säker skillnad på 5-procentnivån; CV = försöksfel; P = sannolikhetsvärde.



Figur 1. Samband mellan första skörd och marktäckning (a) och skottvikt (b) i vall III och IV i försöket i Rådde anlagt 2006.

Diskussion

För att kunna bedöma de olika sorternas övervintringsförmåga jämfördes första skörd under fyra vallår. Första skörd togs vid en definierad tidpunkt (axgång hos mätaren), men påverkades också till en del av sorternas tillväxtrytm. Sena sorter som Herbal och Herbie kan ha missgynnats en del i denna jämförelse eftersom de har större återväxt. Även rajsvingel, rörsvingel och rör-

svingelhybrid har ofta större återväxt än engelskt rajgräs. Därför är förändringen mellan åren ett viktigare resultat i denna studie än den inbördes relationen varje år.

Till tredje vallåret i Götaland skedde det ingen förändring av avkastningen i första skörd för rajsvingel och rörsvingelhybrid och relationen i avkastning var densamma mellan arterna. Det innebär att det i Götaland mellan vallår II och III var en betydligt mindre nedgång i avkastning i första skörd för rajsvingel jämfört med engelskt rajgräs, vilket är förvånande. Hos rörsvingelhybrid (Hykor) skedde ingen nedgång alls under de tre vallåren, vilket visar på dess goda uthållighet och produktionsförmåga. Det var samma förhållande i minskningen hos de två arterna rörsvingelhybrid (Hykor) och rajsvingel (Paulita) mellan första och andra vallåret i Svealand och i Götaland. Däremot skedde en kraftig nedgång i avkastning till vall III för båda dessa arter i Svealand, vilket visar på tydliga regionala skillnader. Nedgången i rajsvingelns avkastning i första skörd till vall III i Svealand överensstämmer med försöksresultat från Lettland, vilka visar på ungefär 60 % nedgång för Perun efter tre år i ett system med tre skördar per år (Gutmane och Adamovich, 2008).

Anpassas en rät linje så var nedgången (lutningskoefficienten) i avkastning mindre i rörsvingelhybrid än hos rajsvingel och engelskt rajgräs, vilket visar på god uthållighet hos rörsvingelhybrid. Resultaten är dock lite osäkra i Svealand eftersom det är få försök med stor variation i resultaten. Rörsvingelhybriden Hykor hade i Svealand en del problem med dålig etablering just i dessa försök. I Svealand utmärkte sig också Aberdart med en signifikant mindre avkastning än Birger både vallår ett och två, men samtidigt hade Aberdart en mindre lutningskoefficient. I övrigt var det ingen säker skillnad i avkastning mellan rajgrässorterna i Svealand. I Halling (2012) finns mer detaljerad information om avkastning de olika vallåren.

En kritisk period för utvintringsskador är mars–april när snötäcket försvinner och beståndet är utarmat efter vintern och utsätts för stora fluktuationer i temperatur. Den kalla perioden på Rådde i slutet av april år 2010, när snötäcket hade varit borta sedan slutet av mars, kan ha gett stora frostskaador. Tvååker i norra Halland är den försöksplats som haft de största utvintringsskadorna i engelskt rajgräs av alla försöksplatser. Frostskaador under tidig vår har troligtvis varit den största orsaken till detta.

I projektet användes bestämning av marktäckning och mängden levande skott vid tillväxtstart som ett sätt att mäta vinterskadorna. Båda metoderna gav säkra samband med avkastningen i första skörd, men sambanden var tydligast i vall IV. Ett bestånd som hade marktäckning 50 % på våren fick i genomsnitt en reduktion i avkastning på ca 2,2 ton ts ha⁻¹ i första skörd, vilket är betydande. De punkter som avviker mest från den linjära regressionen för marktäckning och skottvikt härrör från rörsvingelhybriden Hykor. De övriga sorterna var engelskt rajgräs och skulle en regression bara göras med den arten skulle sambandet bli ännu bättre. Troligtvis skulle en regression för varje art vara mest rättvisande.

Referenser

Gutmane I. och Adamovich A. (2008) Analysis of *Festulolium* and hybrid ryegrass (*Lolium x boucheanum*) dry matter yield stability. *Grassland Science in Europe* 13, s 248-250.

Halling M.A. (2012) Vallväxter till slätter och bete samt grönfoderväxter. Sortval för södra och mellersta Sverige 2012/2013. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsökologi*. 68 s.

Effekter av korta inläggningsavbrott i plansilo

T. Pauly¹, M. Sundberg² och R. Spörndly¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

²JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala

Korrespondens: Thomas.Pauly@slu.se

Sammanfattning

För att studera effekten av fördröjd inläggning upprepades 3 olika ensileringsförsök med minisilor. Negativa effekter av en fördröjd siloförslutning med 5, 10 eller 24 tim. framkom tydligare med ökad fördröjningstid och framträdde särskilt efter 24 tim. De negativa effekterna kunde observeras som minskad socker-, mjölksyra- och energihalt samt ökad pH, ammoniakthal och smörsyrahalt. Skillnaderna i resultaten mellan dessa 3 försök var dock betydande, speciellt när det gällde förloppet av pH-sänkningarna. Praktiska förhållanden, som t.ex. höga temperaturer och långa transporter, stimulerar växternas andning. De negativa effekterna vid en fördröjd siloförslutning förstärks och ökar risken för varmgång och feljäsningsar pga. risk för sockerbrist och hög aktivitet av oönskade mikroorganismer. Resultaten från försöken i denna studie stödjer den fundamentala regeln att minimera luftexponeringen under ensilageberedning och lagring. Detta bör gälla även om de negativa effekterna i dessa försök var måttliga när förslutningen fördröjdes upp till 10 timmar. Det innebär att silor bör förslutas omgående vid uppehåll under inläggningen. Våra ekonomiska beräkningarna visade på en gradvis sänkning av fodervärdet med ökad fördröjning av inläggningen. Jämfört med de silor som förslöts direkt (0 tim.), minskade fodervärdet med 4, 7 och 14 öre/kg ts för de silor som förslöts efter 5, 10 eller 24 tim.

Introduktion

En tidigare enkätundersökning (Sundberg, 2004) visade att svenska lantbrukare generellt har bra kunskaper om hur man på ett lämpligt sätt ensilerar vallfoder. Det framkom dock att få lantbrukare höll sig till rekommendationen att försluta silon tillfälligt vid avbrott under inläggningen, t.ex. vid uppehåll över natten eller vid ett maskinhaveri. Troligtvis beror det på att lantbrukarna underskattar de problem som är förknippade med ett avbrott under inläggningen. Det motiverade oss att genomföra en undersökning med syftet att utvärdera effekterna av en fördröjd förslutning på ensilagens hygieniska kvalitet.

Att genomföra försöket med plansilor i full skala skulle vara svårt eftersom förhållanden i en plansilon varierar från ställe till ställe (t.ex. varierar mikroflora, vattenhalt, volymvikt, porositet och därmed omfattningen på luftintrång). Denna undersökning genomfördes av den anledningen i laboratorieskala med små minisilor som tillåter att man simulerar de fysiska ensileringsförhållanden man önskar.

Material och metoder

Under 2 år genomfördes 3 ensileringsförsök med 3 olika vallfoder som bestod av gräs-klöverblandningar (ca 15–30 % klöver) med ts-halter mellan 25–30 %. Till försöken användes 1,7-liters glasburkar med plåtlock. På locken monterades ett vattenfyllt jäsrör som gör det möjligt att gaser kan komma ut utan att luft (syre) kan komma in i silon. Silorna fylldes med grönmassa till

en densitet motsvarande 117–134 kg ts/m³. Efter fyllningen togs silorna till ett temperatur-reglerat rum ($20 \pm 1^\circ\text{C}$) där de lades i horisontalt läge mellan 2 isoleringsmattor (45 mm glas-fiber) för att minimera värmeförlusterna. Locken sattes på silorna efter 0, 5, 10 och 24 timmar. Temperaturen i de öppna silorna mättes med 2 små, trådlösa temperatursensorer (Kooltrak logger 214002, upplösning $0,5^\circ\text{C}$, www.kooltrak.com) som placerades i mitten av silon.

Grönmassaprov togs i början (0 tim.) och i slutet av varje tidsperiod, dvs. efter 5, 10 och 24 timmar och analyserades med avseende på ts-halt, sockerhalt (WSC) och antal mjölksyrabakterier (MSB) per gram grönmassa. För att kunna följa pH-sänkningen i ensilagen öppnades 2 silor per fördröjningstid efter 3, 6 och 18 dagar. De 3 återstående silorna per tid lagrades i 90 dagar ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) för en mer omfattande analys (pH samt innehåll av ammoniak, fettsyror, etanol, ts). Dessutom bestämdes den aeroba lagringsstabiliteten efter 90 dagar. En indikation på den aeroba lagringsstabiliteten är om ensilagen tenderade att bli varma och mögliga eller förblev svala och opåverkade vid luftexponering. Den aeroba lagringsstabiliteten bestämdes genom att fylla ett PVC-rör (ca 1,3 l) löst med ensilage, placera en temperatursensor i mitten och stoppa röret i en isolerande friggolitblock där proven utsattes för luftens verkan under minst 7 dygn vid $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Om aeroba mikroorganismer (främst jäst och mögel) växer till i provet stiger temperaturen. Ensilageprov som håller sig länge nära omgivningstemperaturen ($\sim 20^\circ\text{C}$) och inte blir varma indikerar ett lagringsstabil ensilage.

Resultaten analyserades statistiskt med Proc GLM med en enfaktoriell (fördröjningstid), randomiserad modell (PC programmet SAS 9.1, SAS Institute Inc., Cary, USA). När signifikansnivån låg under 5% ($P < 0,05$) antog vi att skillnaderna mellan fördröjningstiderna var signifikant olika.

Den ekonomiska värderingen av effekten av tidsfördröjningen på fodervärdet gjordes med 2 olika metoder, en enkel substitutionsberäkning och en optimeringsberäkning. Som indata användes medelvärden från de 3 försöken. I substitutionsberäkning (Rietz, 2000) utgår man från ensilagens förlust av omsättbara energi och råprotein efter de olika fördröjningstiderna. Näringsförlusterna värderades ekonomiskt genom substitution med kornkross (1,60 kr/kg) och sojamjöl (3,10 kr/kg). I optimeringsberäkningen användes programmet 'IndividRAM - Typfoder' (Svensk Mjölk, 2011) för att vädera ensilagen enligt NorFor (NorFor, 2011). Optimeringen gjordes för en SRB-ko i laktationsdag 146 som vägde 550 kg och mjölkade 30 kg ECM. Beräkningarna baserades på följande priser (per kg foder): korn 1,60 kr, halm 0,80 kr, Unik 52 3,60 kr, ensilage 1,40 kr/kg ts. Kostnader för fodermedel avser hösten 2011.

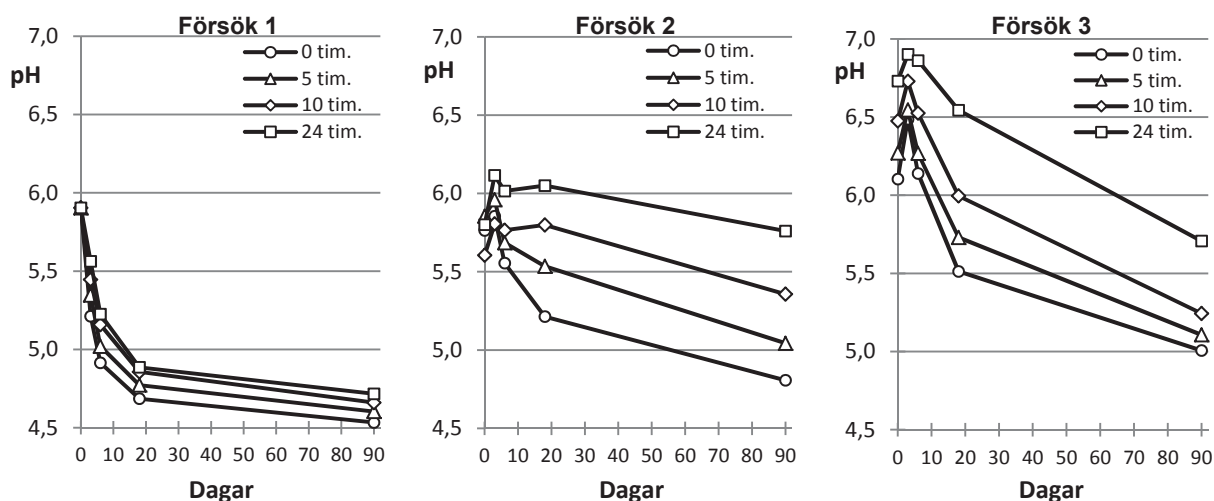
Resultat och diskussion

Under tiden silorna var öppna ökade temperaturen i grönmassan mest i silorna som var öppna längst (24 tim.). Från omgivningstemperaturen av ca 20°C vid försöksstarten ökade temperaturen i grönmassan efter 5 timmar till $24\text{--}28^\circ$, efter 10 timmar till $26\text{--}31^\circ\text{C}$ och efter 24 timmar till mellan 30 och 37°C . Som förväntat blev temperaturökningen högre ju högre ts-halten i grönmassan var (här mellan 25% och 30 % ts).

Sammansättningen i grönmassan förändrades ogynnsamt när fördröjningstiden var längre än 10 timmar. Fördröjningen medförde lägre sockerhalt och ammoniak-N-halt samt högre pH-värde och sämre buffringsförmåga.

pH-förloppen i ensilagen vid olika fördröjningstider visas i figur 1. Skillnaderna mellan de enstaka försöken är stor. Den negativa påverkan av en fördröjd förslutning var relativt begränsat

i Försök 1, men påtagligt i Försök 2 och 3. Vi förmodar att skillnaderna mellan försöken till stor del beror på olika mikrofloror i grönmassan. Det är svårt och arbetskrävande att få en bra översikt av på vilket sätt mikrofloran i samverkan med grönmassans kemiska sammansättning (främst sockerhalt, buffringsförmåga, ts-halt) har förmåga att sänka pH snabbt eller om det blir en långdragen process som ger diverse oönskade mikroorganismer tillväxtmöjligheter. Detta antas vara anledningen till den stora variationen av pH-förloppen mellan de tre försöken.



Figur 1. Påverkan av den fördröjda förslutningen på pH-förloppet under ensileringens gång.

Ensilagens sammansättning efter 90 dagars lagring visas i tabell 1. Det framgår att indikatorer för dålig ensilagekvalitet steg ju längre fördröjningen blev, t.ex. ökade halten smörsyra, ammoniak-N och 2,3-butandiol och sockerhalten sjönk allt mer ju senare silorna förslöts. Därav kan man dra slutsatsen att förutsättningar för en lyckat ensilering minskar ju längre tid en silo står öppen.

Tabell 1. Ensilagens sammansättning efter 90 dagar. Värden (i % av ts om inte annat anges) är medelvärden av 3 silor/behandling. Medelvärden med olika bokstäver inom samma rad och försök skiljer sig signifikant åt ($P < 0,05$)

Parameter	Försök 1				Försök 2				Försök 3			
	0 tim	5 tim	10 tim	24 tim	0 tim	5 tim	10 tim	24 tim	0 tim	5 tim	10 tim	24 tim
Ts, %	25,0	24,6	24,5	24,4	27,0	26,8	26,7	26,4	28,2	29,1	29,0	28,9
pH	4,53 ^a	4,60 ^b	4,66 ^c	4,72 ^d	4,81 ^a	5,04 ^b	5,36 ^c	5,76 ^d	5,01 ^a	5,11 ^b	5,24 ^c	5,71 ^c
NH ₃ -N, % N	7,3 ^a	8,0 ^{ab}	8,6 ^{bc}	9,0 ^c	12,6	11,9	13,6	13,7	14,7	14,2	14,9	15,6
Mjölksyra	6,6 ^a	6,9 ^a	6,8 ^a	5,5 ^b	6,6 ^a	5,5 ^b	4,0 ^c	2,5 ^d	6,2 ^a	5,7 ^b	5,2 ^c	3,8 ^d
Ättiksyra	1,5	1,6	1,7	1,9	1,4	1,4	1,3	1,5	2,6 ^a	2,6 ^a	2,5 ^a	2,4 ^b
Smörsyra	0,03 ^a	0,09 ^b	0,10 ^b	0,10 ^b	0,06 ^a	0,16 ^{ab}	0,29 ^{bc}	0,36 ^c	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
2,3-butandiol	0,6 ^a	0,8 ^b	1,0 ^c	0,9 ^b	3,0 ^a	3,3 ^{bc}	3,4 ^c	3,2 ^b	0,2 ^a	0,3 ^b	0,4 ^c	0,5 ^d
Etanol	1,5 ^a	2,1 ^b	2,2 ^b	1,8 ^{ab}	2,3 ^a	3,2 ^{ab}	3,4 ^b	3,5 ^b	0,1	0,1	<0,1	<0,1
Restsocker	1,9 ^a	1,2 ^b	0,9 ^c	0,7 ^c	0,21 ^a	0,14 ^{ab}	0,07 ^b	0,07 ^b	0,12	0,18	0,06	0,16
NDF	46,9 ^a	48,2 ^b	48,4 ^b	50,1 ^c	49,3 ^a	49,2 ^a	49,6 ^a	51,2 ^b	46,6 ^a	46,9 ^a	47,2 ^a	48,6 ^b
iNDF, % NDF	23,1 ^a	23,2 ^a	24,7 ^{ab}	26,4 ^b	18,4 ^a	20,2 ^b	19,9 ^b	23,0 ^c	11,0 ^a	12,5 ^b	14,3 ^c	17,0 ^d

Förutom ensilagens sammansättning kan även ensilagens aeroba lagringsstabilitet (dvs. hur lätt ensilaget tar värme) påverkas negativt av inträngande luft. Resultat från våra lagringsstabilitets-

tester visas i tabell 2. Här var temperaturökningen under de 7 dygn som ensilagen utsattes för luftexponering mycket måttlig (endast 1 till 3°C ökning). Det är allmänt bekant att feljästa ensilage med förhöjd smörsyra-, ättiksyra- och ammoniakhalt i regel är lagringsstabila och inte tenderar till varmgång (Muck *et al.*, 2003). Utmaningen består i att uppnå en hög lagringsstabilitet i väljästa ensilage. Detta kan åstadkommas genom packning i tunna skikt med tunga maskiner, en noggrann utförd täckning av silon och val av ett ensileringsmedel som har dokumenterad förmåga att förbättra lagringsstabiliteten.

Projektet finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning.

Tabell 2. Aerob lagringsstabilitet av ensilagen efter 90 dagars lagring. Värden är de högsta ensilagetemperaturer som mättes under 7 dygn av luftexponering vid 20°C

Försök	Fördröjd förslutning			
	0 tim.	5 tim.	10 tim.	24 tim.
1	19,2 ^a	19,5 ^a	21,6 ^b	19,5 ^a
2	21,3 ^a	20,8 ^a	20,7 ^a	22,9 ^a
3	21,3 ^a	19,8 ^a	20,8 ^a	21,1 ^a

Referenser

- Muck R.E., Moser L.E. och Pitt R.E. (2003) Postharvest factors affecting ensiling. I: Al-Amoodi *et al.* (reds.) American Society of Agronomy Inc., USA. *Silage Science and Technology. Agronomy Series* 42, 251–304.
- NorFor (2011) The Nordic feed evaluation system. H. Volden (red.). *EAAP Publication* 130. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Holland.
- Pauly T., Sundberg M. och Spörndly R. (2013) Effect of delayed sealing during silo filling – Experiments with lab-scale silos. Proceedings of the 4th Nordic Feed Science Conference, 12–13 juni 2013, SLU, Uppsala, s.30–33.
- Rietz H. (2000) Beräkningsgång vid värdering av grovfoder. SLU, Inst. f. husdjurens utfodring och vård, Uppsala. Stencil 2000-02-09.
- Sundberg M. (2004) Bra ensilage – lätt eller svårt, en kunskapsorienterad enkät om ensilering. JTI. Uppsala. *JTI-rapport Lantbruk & Industri* 320.
- Sundberg M., Pauly T. och Spörndly R. (2012) Inverkan av korta inläggningsavbrott på ensilagekvaliteten i plansilor – Modellförsök. JTI, Uppsala. *JTI-rapport Lantbruk & Industri* 407. 25 s.
- Svensk Mjölk (2011) Dataprogrammet *IndividRAM Typfoder* ver. 5.7.0.2, synkat 2011-08-19.

Mögelsvamp i vallfoder inplastat i balarJ. Schenck^{1,2}, C. Müller¹ och R. Spörndly¹¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård²Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi

Korrespondens: jessica.schenck@slu.se

Sammanfattning

Mögelförekomst i hösilage är inte tidigare studerat i större utsträckning och därför utfördes en kartläggning av mögelförekomsten i inplastade balar i Sverige och Norge. Prover för analys av mögel togs från synlig svamptillväxt på balarnas yta, och genom att ta borrprov från balarna. Förekommande mögeltillväxt identifierades morfologiskt och med hjälp av DNA-sekvensering till artnivå. Mögelförekomst i fodret korrelerades med kemiska analysresultat och faktorer relaterade till foderproduktionen. Totalt togs prover från 372 balar från 124 gårdar. Mögel hittades på 89 % av gårdarna och totalt hittades 52 mögelarter. Den vanligaste mögelarten som isolerades från det synliga möglet var *P. roqueforti* (35 gårdar). Flera produktionsfaktorer påverkade förekomsten av mögel. Mer än åtta lager plast, täta balar och bredspridning under förtorkningen minskade mögelförekomsten medan hög ts-halt ökade risken för mögelförekomst. Förekomst av mögel var även högre i balar skördade i andraskörd jämfört med förstaskörd och vid nordligare breddgrader jämfört med längre söderut i landet.

Introduktion

Inplastat vallfoder med en torrsbstanshalt (ts-halt) mellan ca 500 och 800 g ts/kg kallas även hösilage, och är ett vanligt grovfoder till hästar i Sverige (Holmquist och Müller, 2002) och Norge (Vik och Farstad, 2012). Hösilage karaktäriseras av låg vattenaktivitet och begränsad mjölksyrafermentation, vilket i sin tur kan innebära mer gynnsamma livsbetingelser för mögelsvampar, särskilt om syre får tillträde till fodret (O'Brien *et al.*, 2008). Hög ts-halt gör också fodret med svårkomprimerat och kan, särskilt i kombination med senarelagd skördetidpunkt (vilket är vanligt i hästsammanhang), försvåra pressningen av balen samt orsaka sämre baltäthet då de hårda stråna kan punktera filmen (McGeechan, 1990). Syre kan därmed lättare tränga in vilket kan leda till mögeltillväxt. Eftersom vissa mögelarter kan bilda mykotoxiner och/eller allergena sporer bör mögeltillväxt undvikas. Tidigare studier av mögelförekomst i inplastat vallfoder har genomförts av Skaar (1996) i Norge och O'Brien *et al.* (2005; 2008) på Irland, men då med fokus på ensilage som har lägre ts-halt och därmed andra biokemiska förutsättningar än hösilage. Förekomst av mögel i hösilage har inte undersökts i större omfattning tidigare. Därför utfördes en större studie i Sverige och Norge. Syftet var dels att kartlägga förekomst av mögel i hösilage, dels att undersöka korrelationer mellan mögelförekomst och produktionsfaktorer.

Material och metoder

Hösilageprover samlades in från rund- och fyrkantsbalar i varierande storlekar från totalt 124 gårdar i Sverige och Norge mellan april och juni 2010 (49 gårdar) och mellan februari och juni 2011 (75 gårdar). Prover togs ur tre balar från samma parti på varje gård. På en av de tre balarna mättes plastens täthet enligt Spörndly *et al.* (2008) och därefter togs plasten bort för registrering och provtagning av eventuellt synligt mögel. Prover från hösilaget togs med hjälp av

en elektrisk borrh kopplad till ett cylindriskt stålrör. Första provtagningsåret hanterades varje bal för sig och åtta borrhprov togs per bal, vilka poolades till ett prov per bal så att det fanns tre prov per gård. Under det andra året provtogs balarna på samma sätt men de 24 borrhkärnorna från alla tre balarna blandades för att ge ett prov per gård. Detta gav totalt 222 prov som analyserades med avseende på mögelinnehåll och kemisk sammansättning. Från varje gård inhämtades även information om hur hösilagebalarna hade producerats.

Tre metoder användes för att detektera mögel. I metod I odlades prover från synligt mögel på balarnas yta direkt på maltextraktagarplattor (MEA) i tio dagar vid 25°C. I metod II placerades små fragment av hösilage från borrhprovet direkt på agarplattor med två olika substrat; dichloran 18 % glycerol agar (DG-18) och MEA, i sju dagar vid 25°C och 37°C. I metod III utfördes en kvantifiering av mögel från borrhprovet genom att mixa 50 g hösilage med 450 ml lösning innehållande Tween[®] 80, men endast förekomst alternativt ej förekomst av mögel användes som resultat i denna databearbetning. Blandningen kördes i en laboratoriemixer och därefter skapades en spädningsserie, vilken odlades på plattor i samma odlingstemperatur och med samma odlingssubstrat som i metod II. Morfologisk identifiering av generna *Aspergillus* och *Penicillium* utfördes enligt protokoll beskrivet av Klich (2002) och Pitt (2000). Dessa mögelarter samt de som inte gick att identifiera morfologiskt karaktäriserades därefter med hjälp av DNA-sekvensering.

Hösilagets kemiska sammansättning analyserades med avseende på ts-halt, pH och innehåll av ammonium-N, mjölksyra, etanol och ättiksyra med metoder beskrivna av Müller (2009). Statistisk analys utfördes på poolade analyser med gård som experimentenhet, och genom att använda en generell linjär modell (GLM). För att identifiera vilka produktionsfaktorer som var korrelerade med mögelförekomst användes proceduren LOGISTIC i SAS 9.3 för Windows (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Resultat

Enkätundersökningen visade att stora rundbalar var vanligast (65 %) följt av medelstora fyrkantsbalar (13 %), stora fyrkantsbalar (9 %) och övriga balar (13 %). Nästan alla balar hade vit plastfärg (95 %) och lagrades i fält (65 %) följt av på grus (27 %), hårt underlag (9 %) och pall (5 %). Under förtorkningen var grönmassan bredspriden hos 45 % och stränglagd hos 55 % av gårdarna. Nästan hälften av gårdarna använde sig av åtta lager plast, medan 16 % använde mer än fjorton lager, följt av sex lager (15 %), tolv lager (9 %) och tio lager (8 %). Under provtagningen dokumenterades förekommande plastskador, och av 123 gårdar hade 16 % synliga plastskador på sina balar. Torrsubstanshalten var i medeltal 627 g kg⁻¹ (min–max 330–800), mjölksyrhalten 14 g/kg ts (2–75) och etanolhalten 7 g/kg ts (2–42).

Mögel påträffades med minst en av metoderna i fodret på 89 % av gårdarna. Mögelförekomsten var högst, 79 %, när metod II (direktutlägg av borrhprov) användes, följt av metod III (spädningsserie) där 56 % av gårdarna uppvisade mögelförekomst i fodret. När metod I användes (direktutlägg av synligt mögel från balens yta) påvisades mögel i fodret från 52 % av gårdarna. Totalt hittades 52 olika arter av mögel (metod I: 16 arter, metod II: 46 arter och metod III: 25 arter). Den vanligaste synliga mögelarten var *Penicillium roqueforti* som isolerades från 35 gårdar. Andra synliga mögelarter var *Arthrinium* spp. (22 gårdar), *Aspergillus fumigatus* (7 gårdar) och *Fusarium poae* (7 gårdar). Den vanligaste mögelarten detekterad med metod II var *Arthrinium* spp. (58 gårdar), men med metod III var *P. roqueforti* vanligast (35 gårdar).

I tabell 1 sammanfattas de samband som befanns vara statistiskt signifikanta mellan risken för mögelförekomst och olika faktorer såsom geografisk placering, management och kemisk sammansättning i grödan.

Tabell 1. Samband mellan mögelförekomst och olika faktorer i omgivningen. Ett signifikant värde innebär att risken att påträffa mögel är större när miljöfaktorn ändras i angiven riktning

Metod	Variabel	P-värde	Effekt
Synligt mögel (I)	Latitud*	$P < 0,0003$	Ökad risk för mögel vid högre latitud.
	Täthet ^a	$P < 0,02$	Ökad risk för mögel vid lägre täthet.
	Torrsubstanshalt*	$P < 0,03$	Ökad risk för mögel vid högre ts-halt.
	pH*	$P < 0,005$	Ökad risk för mögel vid högre pH.
	Strängläggning ^b	$P < 0,01$	Ökad risk för mögel vid strängläggning under torkning jämfört med bredspridning
Direktutlägg av borrhov (II)	År ^c	$P < 0,03$	Högre risk för risk för mögel år 2010.
	Torrsubstanshalt*	$P < 0,0001$	Ökad mögelförekomst vid högre ts-halt.
	Land ^d	$P < 0,0002$	Högre risk för risk för mögel i Sverige.
Spädningsserie av borrhov (III)	Skördenummer ^e	$P < 0,002$	Ökad risk för mögel vid senare skörd.
	År ^c	$P < 0,008$	Högre risk för mögel år 2010.
	Skördenummer ^e	$P < 0,02$	Ökad risk för mögel vid senare skörd.
	Torrsubstanshalt*	$P < 0,01$	Ökad risk för mögel vid högre torrsubstanshalt.
	Antal lager plast ^f	$P < 0,02$	Ökad risk för mögel vid <9 lager av plast.
	Ättiksyra*	$P < 0,04$	Ökad risk för mögel vid högre koncentration av ättiksyra.
	Etanol*	$P < 0,04$	Ökad risk för mögel vid högre koncentration av etanol.

* Kontinuerlig variabel

^a Klassvariabel: 0 = Undertryck (<10s); 1 = 10–100s; 2 ≥100s

^b Klassvariabel: 1 = förtorkad, bredspridning; 2 = förtorkad, strängläggning

^c Klassvariabel: 1 = år 2010; 2 = år 2011

^d Klassvariabel: 1 = Sverige; 2 = Norge

^e Klassvariabel: 1 = förstaskörd; 2 = andraskörd eller senare skörd

^f Klassvariabel: 1 >9 lager; 2 ≤9 lager

Diskussion

Studien visade att mögelförekomst var vanligt i svenska och norska hösilagebalar. Synligt mögel var vanligare i balar med sämre täthet i balarna. Skador i plasten leder till att syre tränger in i balen, vilket gynnar mögeltillväxt. Risken för mögel var också högre vid högre ts-halt och högre pH-värden. Detta har påvisats tidigare (O'Brien *et al.*, 2008; Müller *et al.*, 2007) och kan förklaras av den begränsade fermentation som sker i hösilage, vilken inte genererar några höga halter fermentationsprodukter som mjölksyra och/eller ättiksyra. Särskilt ättiksyra kan ha svamp-hämmande aktivitet (Woolford, 1975). En torrare bal är också mindre kompakt och innehåller mer porer där luft från ett stickhål kan transporteras långt in i balen. Ett sätt att begränsa mögelförekomsten i balar kan därför vara att undvika alltför höga ts-halter. Anledningen till att vallfodret förtorkas till ts-halter över 60 % är att sådant foder efterfrågas av hästhållare. Risken för mögelförekomst var också högre vid skörd i senare utvecklingsstadium. Ökad förekomst av mögel vid ökad växtmognad har tidigare rapporterats av t.ex. Behrendt *et al.* (2007) och Müller (2009), och överensstämmer med resultaten i denna studie. Antalet lager plast runt balen påverkade den hygieniska kvaliteten i hösilaget. Mögelförekomsten minskade om fler än åtta lager plast användes. I denna studie hade förtorkningstiden ingen påverkan på mögelförekom-

sten, men bredspridning av grönmassan ledde till minskad risk för mögelförekomst jämfört med om grödan förtorkades i sträng. Detta kan bero på att förtorkningen går fortare vid bredspridning (Spörndly *et al.*, 2008).

Det kan vara svårt att helt undvika mögelförekomst i foder, men vissa mögelarter är mer skadliga för hästar och lantbrukets djur än andra. En av de mest förekommande mögelarterna i alla metoder (I, II och III) var *P. roqueforti* som bland annat kan bilda mykotoxinet roquefortin C i ensilage (Auerbach *et al.*, 1998). I denna studie hittades även flera *Fusarium*-arter som också kan bilda skadliga toxiner. Andra mycket vanligt förekommande mögel såsom *Arthrrium* spp. har emellertid inte påvisats vara skadliga för hästar eller lantbrukets djur. Det är dock mycket svårt att bara genom okulär besiktning avgöra vilken mögelart som växer på en ensilagebal. Det är därmed angeläget att i möjligaste mån vidta åtgärder för att begränsa all mögeltillväxt.

Referenser

- Auerbach H., Oldenburg E. och Weissbach F. (1998) Incidence of *Penicillium roqueforti* and roquefortin C in silages. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 76, 565–572.
- Behrendt U, Müller T och Seyfarth W. (1997) The influence of extensification in grassland management on the populations of micro-organisms in the phyllosphere of grasses. *Microbiological Research* 152:75–85.
- Holmquist S. och Müller C.E. (2002) Problems related to feeding forages to horses. In: L.M. Geachie och C. Thomas (red.) Conference Proceedings XIIIth International Silage Conference, pp. 152–153. Scotland, UK: Auchincruive.
- Klich M. A. (2002) Identification of common *Aspergillus* species. Wageningen, the Netherlands: Ponsen & Looijen.
- McGeechan M.B. (1990) A review of losses arising during conservation of grass forage: part 2, storage losses. *Journal of Agricultural Engineering Research* 45, 1–30.
- Müller C.E. (2009) Influence of harvest date of primary growth on microbial flora of grass herbages and haylage, and on fermentation and aerobic stability of haylage conserved in laboratory silos. *Grass and Forage Science* 64, 328–338.
- Müller C.E., Pauly T.M. och Udén P. (2007) Storage of small bale silage and haylage – influence of storage period on fermentation variables and microbial composition. *Grass and Forage Science* 62, 274–283.
- O’Brien M., O’Kiely P., Forristal P.D. och Fuller H.T. (2005) Fungi isolated from contaminated baled grass silage on farms in the Irish Midlands. *FEMS Microbiology Letters* 247, 131–135.
- O’Brien M., O’Kiely P., Forristal P.D. och Fuller H. (2008) Fungal contamination of big-bale grass silage on Irish farms: predominant mould and yeast species and features of bales and silage. *Grass and Forage Science* 63, 121–137.
- Pitt J.I. (2000) A laboratory guide to common *Penicillium* species. North Ryde, Australia: Food Science Australia.
- Skaar I. (1996) Mycological survey and characterization of the mycobiota of big bale grass silage in Norway. Ph.D. thesis, Oslo, Norway: Norwegian College of Veterinary Medicine.
- Spörndly R. och Nylund R. (2008). Handling round bale silage after stretch-film application. *Grassland Science in Europe* 13, 681–683.
- Spörndly R., Knicky M., Pauly T. och Lingvall P. (2008). Quality and economics of pre-wilted silage made by wide-spreading or by swathing. *Grassland Science in Europe* 13, 645–647.
- Vik J., Farstad M. (2012) Hest, hestehold og fôring: Status for hesteholdet i Norge. Rapport 2/2012. Norsk senter for Bygdeforskning. ISSN: 1503-2035 (på norska).
- Woolford, M (1975) Microbiological screening of the straight chain fatty acids (C1–C12) as potential silage additives. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 26, 219–228.

Förluster vid ensilering

ROSpörndly

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: rolf.sporndly@slu.se

Sammanfattning

Det förekommer att en femtedel (20 %) av grönmassan som läggs in i en silo aldrig utfodras på grund av förluster under lagringen. Förlusterna i ensilering tycks vara störst i plansilor, följt av tornsilor och slangsilor (korvsilo). Rundbalar avviker med mycket låga förluster. Orsaken är sannolikt att dessa är tätare och framförallt att de förbrukas omedelbart vid öppningen och inte står öppna under långa perioder exponerade för syre. Det är viktigt att räkna med rätt förluster vid kalkyljämförelser mellan olika silosystem. En lägre förlust ger också möjlighet att hålla fler djur per hektar.

Introduktion

Från SCB (2013) kan man uppskatta att skörden från ca 1 200 000 hektar av de 2 608 300 ha åkermark som finns i Sverige (46 %) utgörs av vall eller helsäd av spannmål, trindsäd eller majs och lagras i form av ensilage eller hö. Huvuddelen utgörs av vallfoder medan andelen grönfoder (helsäd, majs m.m.) skattas till 7 % och den helt övervägande konserveringstekniken är ensilering. Den inbärgade skörden, räknad som torrs substans (ts), från denna areal kan uppskattas till ca 4 500 kg ts/ha efter alla skördeförluster (SCB, 2013) vilket ger en totalmängd foder på ca 5 400 000 ton torrs substans som läggs in i olika typer av ensilagesilor eller torkas till hö.

Svinnet, det vill säga kilogram invägt i lagret minus kilogram utvägt foder, vid de olika ensileringsystem som tillämpas i Sverige kan uppskattas till mellan ca 10 % och 30 % av torrs substansen. Denna uppskattning baseras på äldre svenska mätningar (Seibt, 1991) samt på egna mätningar vid SLU och stöds också av publicerade experiment (Ruppel *et al.*, 1995) samt litteratursammanställningar (McDonald *et al.*, 1991). Skillnaden mellan olika system och tillämpningar är således stor och en sänkning av lagringsförlusten med 15 procentenheter skulle kunna vara tänkbar. Tillämpat på den totala grovfoderarealen i Sverige betyder det att man, vid minskad lagringsförlust, skulle kunna producera samma mängd foder på ca 180 000 hektar mindre än idag. Ett annat sätt att värdera betydelsen av lägre lagringsförluster är att beräkna det ekonomiska värdet av förlusten; 180 000 ha x 4 500 kg ts/ha utgör 810 000 ton ts foder till en uppskattad produktionskostnad av ca 1 kr per kg ts, vilket innebär att 810 miljoner kronor försvinner varje år.

Följande genomgång syftar till att studera vilka förluster man ska räkna med för de olika silotyper som används för konservering av vallfoder i Sverige; tornsilo, plansilo, slang och rundbalar. Om det finns systematiska skillnader mellan olika silotyper är detta av stor vikt när man gör investeringskalkyler i lantbruket.

Resultat och diskussion

Watson och Nash (1960) sammanfattar 800 publikationer från 1938 till 1960 med att den genomsnittliga ts-förlusten var 16,1 %. Nästan 20 år senare sammanfattade Zimmer (1979) 540 experi-

ment där förlusterna hade varierat mellan 0,8 % och 71 % med att den genomsnittliga ts-förlusten var 19,4 %. Senare sammanställningar från 1995 och från 2013 kommer fram till lägre förluster, i storleksordningen 10 % och sammanfattas i tabell 1.

Tabell 1. Sammanställningar av 30 (Ruppel *et al.*, 1995) respektive 48 (Köhler *et al.*, 2013) inläggningar i plansilor

	Ruppel <i>et al</i> 1995	Köhler <i>et al</i> 2013	Köhler <i>et al</i> 2013	Köhler <i>et al</i> 2013
Gröda	Gräs/lusern	Gräs	Majs	Lusern
Antal silor	30	26	18	4
Ts-halt, g/kg ts medeltal och min. – max.	236 (100–376)	293	356	352
Densitet, kg ts/m ³ medeltal och min. – max.	237 (101–377)	194 (155–278)	246 (215–299)	244 (203–288)
Uttagshastighet, cm/dag medeltal och min. – max	19,4 (5,5–42,4)	30 (15,7–48,6)	30 (14,3–51,4)	27,1 (18,6–34,3)
Ts-förlust, % medeltal och min. – max.	8 (-3–43)	9 (-4–19)	10 (2–26)	12 (6–15)

Svinnet kan variera mycket såväl mellan lagringssystem som inom lagringssystem beroende på hur väl lagringen utförs. I tabell 1 har endast plansilor studerats, vilket är fallet i majoriteten av internationella publikationer. För att få en uppfattning om skillnaderna mellan olika silotyper är det framförallt en omfattande sammanställning av Seibt (1991) som är värdefull. Seibt sammanställde inläggningar vid SLU:s försöksgrårdar i Uppsala och Umeå åren 1971–1985. Totalt 187 inläggningar, 91 i plansilor, 77 i små tornsilor och 19 i stora tornsilor. En bearbetning av data från Seibt (1991, presenteras i tabell 2 och 3). Plansilorna i materialet bestod av betong eller trä och var 4–6 meter breda, 12–25 meter långa och 2–2,5 meter höga. Små silotorn var 9 x 5 m (höjd x diameter) eller 8 x 6 m medan stora silotorn var 15 x 6 m och var alla av trä. Förluster mellan 9 % och 30 % uppmättes i plansilorna, mellan 4 % och 32 % i de små silotornen och mellan 8 % och 25 % i de stora tornen. Man tillämpade direktskörd i större utsträckning på 1900-talet och att förlusterna ökade starkt när ts-halten var låg, både i plan- och tornsilo. Det är också tydligt att förlusterna av råprotein och omsättbar energi ligger betydligt lägre än förlusterna av torrsbstans.

Tabell 2. Förluster vid 187 inläggningar i plan- och tornsilor i Sverige 1971–1985. Egen bearbetning uppdelad efter silotyp av data insamlad av Seibt (1991)

	Samtliga silotyper	Plansilo	Små torn	Stora torn
Antal inläggningar	187	91	77	19
Ts-halt ensilage, g/kg ts	244	221	262	273
Ts-förlust, %, (varav kassaktion)	20,4 (5,2)	22,8 (6,2)	18,0 (4,3)	18,5 (3,3)
RP-förlust, %	13,3	15,3	11,5	11,8
Energiförlust, %	14,7	16,5	12,9	13,3

Tabell 3. Förluster vid 187 inläggningar i plan- och tornsilor i Sverige 1971–1985. Egen bearbetning uppdelad efter ts-halter av data insamlat av Seibt (1991)

	Samtliga Ts-halter	Ts i grönmassa >180 g/kg ts	Ts i grönmassa >200 g/kg ts	Ts i grönmassa >250 g/kg ts
Antal inläggningar	187	155	111	43
Ts-halt ensilage,	244	251	262	284
Ts-förlust, %	20,4	19,9	19,1	18,2
-varav kassaktion	5,2	5,0	5,1	5,3
RP-förlust, %	13,3	12,9	11,6	11,3
Energiförlust, %	14,7	14,3	13,1	12,0

Ett examensarbete vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård (Abrahamsson, 2012) registrerades förlusterna vid samma försöksanläggning men med ytterligare silokonstruktioner. Abrahamsson följde in- och utvägningarna i 2 plansilor, 2 tornsilor, 2 slangar och 65 rundbalar under ett år. I tabell 4 redovisas resultaten. Förlusterna som redovisas för plan- och tornsilo ligger i det övre intervallet av de värdena som uppmättes i den stora studien av Seibt (1991) men skillnaden mellan silotyperna är desamma, ett par procentenheter större för plansilo. Slangsilorna har i detta exempel fem procentenheter lägre förluster än tornsilor medan de undersökta rundbalarna framstår närmast som mätfel med i princip inga förluster. Resultaten står i skarp kontrast till Savoie och Jofriet (2003) som uppskattar förlusterna till 16 %, 13 % och 9 % i rundbalar, plansilo respektive tornsilo. Mätningar från 697 rundbalar från 13 försök (egna, ej publicerade uppdragsförsök) visar på en genomsnittlig viktninskning på 3,4 % vilket bekräftar de mycket låga förluster i balar vi har uppmätt i Sverige.

Tabell 4. Förluster i plan-, torn- och slangsilor samt rundbalar (Abrahamsson, 2012)

	Plansilo	Tornsilo	Slangsilo	Rundbalar
Antal silor	2	2	2	65
Ts-halt, g/kg Ts	32,2	35,5	31,0	61,2
Ts-förlust, %	27,7	24,6	19,9	0,8

Orsaken till förlusterna är många. Till största delen handlar det om en oxidation, dvs. påverkan av luftens syre. Lufttillträdet vid inläggningen och den instängda luftmängden efter att silon är försluten orsakar ts-förluster mellan 1 och 6 %. (Miller *et al.*, 1962) visade att långsam fyllning ökade ts-förlusterna från 11 till 18 % i 8-meters tornsilor. Hur väl materialet är packat i silon har en avgörande betydelse för hur lätt inträngande syrgas och utgående koldioxid kan röra sig. Ruppel *et al.* (1995) visade att ts-förlusterna minskade med 2,2 procentenheter för varje 50 kg/m³ ökning i densitet. Givetvis har det också betydelse hur tätt det plastskikt är som man täcker silon med. Vid jämförelser av 2, 4 och 6 lager sträckfilm på rundbalar uppmättes starkt signifikanta skillnader i täthet och koldioxidkoncentration (Nylund och Spörndly, 2010 opubl.). Plastfilmens sammansättning har betydelse för dess permeabilitet av syrgas. En ny plastfilm för täckning av plansilor som med en tjocklek av 125 µm och med lägre syrgaspenetration har presenterats på marknaden. O'Kiely och Forristal (2003) jämförde den nya, tätare plasten med standardplast i tätt förslutna limpsilor om ca 9 ton grönmassa. O'Kiely och Forristal fann, trots dokumenterad skillnad O₂-penetration, ingen skillnad i totalförlusterna. Istället antas att de otätheter som uppstår längs kanterna i plansilor är den avgörande orsaken till att just plansilor har stora för-

luster. Ashbell och Lisker (1988) fann att ts-förlusten i mitten av en plansilo var 4–7 % 45 dagar efter inläggningen medan den i närheten av kanten där luft läckte in var 35 %.

När silon väl öppnas utsätts ensilaget åter för fullt lufttillträde. Den förlust som då uppstår på grund av oxidativa processer beror på hur långt in i en plansilo luften får tillträde och hur länge ensilaget utsätts för luft innan det utfodras. En hög packningsgrad (densitet) ger ett mer svårgenomträngligt material. Chen och Weinberg (2009) ensilerade helsäd i experimentsilor. Vid öppningen av silorna efter tre månaders lagring uppmättes ts-förlusterna till ca 10 %, därefter ökade förlusterna med ytterligare 0,6 % efter 2 dagar, med 3,5 % efter 3 dagar, med 7 % efter 4 dagar och med 14 % efter 7 dagar. Den avgörande förklaring till varför exceptionellt låga förluster kan uppmätas i rundbalar är därför sannolikt att en rundbal inte står exponerad för aerob nedbrytning efter att silon öppnats utan att den konsumeras omedelbart.

Referenser

- Abrahamsson L. (2012) Förluster i olika ensileringsystem. SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala, 25 s.
- Ashbell G. och Lisker N. (1988) Aerobic deterioration in maize silage stored in a bunker silo under farm conditions in a subtropical climate. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 45, 307–315.
- Chen Y. och Weinberg Z. (2009) Changes during aerobic exposure of wheat silages. *Animal Feed Science and Technology* 154, 76–82.
- Köhler B., Diepolder M., Ostertag J., Thurner S. och Spiekers H. (2013) Dry matter losses of grass, lucerne and maize silages in bunker silos. *Agricultural and Food Science* 22, 145–150.
- McDonald P., Henderson A. och Heron S. (1991) The biochemistry of silage. 2nd edition. Chalcombe publications, Marlow, Bucks. UK.
- Miller W.J., Cameron N.W. och Clifton C.M. (1962) Nutrient Losses and Silage Quality as Affected by Rate of Filling and Soybean Flakes. *Journal of Dairy Science* 45, 403–407.
- O'Kiely P. och Forristal P. (2003) AN alternative plastic film for sealing ensiled forage. Annual meeting 2003 of Agricultural Research Forum, Tullamore.
- Ruppel K., Pitt R., Chase L. och Galton D. (1995) Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. *Journal of Dairy Sciences* 78, 141–153.
- Savoie P. och Jofriet J.C. (2003) Silage storage, in: D. R. Buxton, et al. (Eds.), *Silage Science and Technology*, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- SCB. (2013) Jordbruksstatistisk årsbok. Statistiska Centralbyrån, Sverige.
- Seibt J. (1991) Ensileringsförlusternas beroende av grödans torrsbstanshalt i olika silotyper. Sveriges lantbruksuniversitet. *Grovfoder Forskning – Tillämpning (Grass and Forage Reports)* 1, 11–60.
- Watson S.J. och Nash M.J. (1960) The conservation of grass and forage crops Oliver & Boyd, Edinburgh, Scotland.
- Zimmer E. (1979) Nährstoffverluste bei der Vergärung von Futterpflanzen. *Wirtschaftseigene Futter* 13, 271–286.

Två, tre eller fyra skördar av vallfoder per år – kostnader och fodervärde till kor

C. Gunnarsson¹, N. Nilsdotter-Linde² och R. Spörndly³

¹JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala ²Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtproduktionsekologi ³SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Korrespondens: carina.gunnarsson@jti.se

Sammanfattning

Sex odlingsförsök som jämfört två eller tre skördar och två försök som jämfört tre eller fyra skördar har sammanställts. Avkastningen av torrsubstans var 3 % mindre men energivärdet var 0,4 MJ/kg ts högre och råproteinhalten 18 g/kg ts högre för tre skördar jämfört med två. Torrsubstansavkastningen var 5 % mindre men energivärdet var 0,3 MJ/kg ts högre och råproteinhalten var 17 g/kg ts högre vid fyra skördar jämfört med tre.

Skördekostnader beräknades för gödsling, slåtter, strängläggning, exakthackning, transport samt inläggning och packning i plansilo. Fodrets värde beräknades för en genomsnittskvalitet för varje skördesystem och foderstater gjordes dels enligt det nya fodervärderingssystemet NorFor, dels enligt det svenska klassiska systemet som varit i bruk i decennier.

Kostnaden för skörd och gödsling ökade med 10 öre/kg ts vid övergång från två till tre skördar. Samtidigt ökade fodrets värde med 13 öre/kg ts. Fodrets ökade värde kompenserade alltså de ökade kostnaderna för skörd och gödsling. Vid övergång från tre till fyra skördar ökade kostnaderna för skörd och gödsling med 19 öre/kg ts. Samtidigt ökade fodrets värde med 13 öre/kg ts. Fodrets ökade värde kompenserade alltså inte för de ökade kostnaderna för skörd och gödsling. Vallfodrets ökade värde i foderstaterna bygger på ökad konsumtion och förutsätter en större areal för samma mjölkproduktion.

Introduktion

En ständigt aktuell fråga är den om strategier för vallskörd. Flera skördar ger högre näringskvalitet på fodret och därmed minskat behov av kraftfoder. Hur totalavkastningen påverkas varierar och är även beroende av gödslingen. Frågan är alltså om det större värdet på vallfodret kan bekosta ökade skördekostnader och i vissa fall även gödslingskostnader. I detta projekt görs en syntes av den kunskap vi har idag beträffande värdet av flera vallskördar per år. Resultat från odlingsförsök kombineras med kalkyler av kostnaden för skörd och gödsling, och sätts i relation till värdet av vallfodret i foderstaten till mjölkkor.

Projektet bekostades av LRF och avser att belysa för- och nackdelar med två-, tre- eller fyrskördesystem ur ekonomiska och näringsmässiga aspekter. För en mer utförlig beskrivning av beräkningarna och en fullständig referenslista hänvisas till slutrapporten (Gunnarsson *et al.*, 2014).

Material och metoder

De försök som inkluderades i sammanställningen är för jämförelsen två och tre skördar: Kornher (1982) Vallskördens storlek och kvalitet samt inverkan av valltyp, skördetid och kvävegödsling; Tuveesson (1986) Skördetidsförsök med rödklöver-gräsvall; Tuveesson (1988) Skördetidens inverkan på vallens avkastning och kvalitet; Stenberg *et al.* (2001) Vitklöver i tvåskördesystem; Martinsson och Ericsson (2009) Skördesystem i vall; Nilsson (2009) Skördesystem i vall;

Wallenhammar *et al.* (2013) Uthålliga vallbaljväxter för miljö- och kostnadseffektiv mjölkproduktion. För jämförelsen tre eller fyra skördar: Svanäng och Frankow-Lindberg (1994) Vitklöver som slåtterväxt; Frankow-Lindberg (2013) Avkastning, kvalitet, uthållighet och ekonomi hos intensivt skördade vallar.

Medelvärden för alla vallår beräknades för totalavkastning per år samt skördedatum, avkastning och kvalitet för varje skörd. Ingående försök delades upp i en grupp som jämför två och tre skördar och en grupp som jämför tre och fyra skördar. Inom varje grupp beräknades medelvärde för skördetidpunkt, avkastning och kvalitet för varje skörd samt totalavkastning och gödslingsnivå. För skördesystemen beräknades sedan en genomsnittlig kvalitet på den totala skörden genom att väga kvaliteten för varje enskild skörd mot den enskilda skördens avkastning. Dessa värden användes för att beräkna en foderstat och en foderkostnad för varje skördesystem.

Fodrets värde beräknades för en total kvalitet (sammanslagen för alla skördar) för varje skördesystem inom varje grupp. Foderstater gjordes dels enligt det nya fodervärderingssystemet NorFor med TypFoder (Växa, 2013), dels enligt det svenska klassiska systemet med OptiMu (Freefarm, 2013) med följande förutsättningar: 9 455 kg mjölk (ECM) per ko och år, 65 % äldre kor och 35 % förstakalvare; ensilage 1,32 kr/kg torrsustans (ts), spannmål (krossad vete/havre 50/50) 1,60 kr/kg, koncentrat 3,64 kr/kg. Foderåtgång och foderkostnad beräknades för varje foderstat. Skillnaden i foderstatskostnad beräknades för tre skördar istället för två och för fyra skördar istället för tre. Kostnadsskillnaden dividerades med grovfoderåtgången räknat som medelvärde för foderåtgången i de båda foderstaterna.

För varje skördesystem beräknades skördekostnader för varje skörd baserat på sammanställd försöksdata. Avkastningen från försöksdata reducerades med 20 % för att efterlikna praktiken (Jansson, 2010). I skördekostnaderna inkluderades kostnader för slåtter, strängläggning, exakthackning, transport samt inläggning och packning i plansilo. Maskinkostnaderna beräknades per timme (h) utifrån Maskinkostnader (2013) med drivmedelskostnaden 10 kr/l och arbetskostnaden 250 kr/h. Skörden simulerades utföras med slåtterkross (frontmonterad + bogserad), strängläggare, självgående exakthack (370 kW), traktorer med 40 m³ transportvagn, inläggning och packning i plansilo med två traktorer. Strängläggaren slog ihop två strängar från slåtterkrossen till en. Kapaciteten räknat i ha/h är densamma för alla skördar för slåtterkross och strängläggare, och beräknades baserat på 10 km/h och 80 % fälteffektivitet. För exakthacken sattes en maximal kapacitet i strängen till 25 ton ts/h med maximalt 9 km/h. Därefter justerades hastigheten så att inte maximal kapacitet överskreds. Den praktiska avverkningen beräknades genom att reducera kapaciteten i draget med hänsyn till vändningar etc. till en fälteffektivitet på 70 %. Detta innebär att kapaciteten i ton ts/h minskar med minskad avkastning men ökar räknat i ha/h.

Transportkapaciteten anpassades till hackens kapacitet för att undvika väntetider för hacken genom att ändra antalet transportenheter. Vid lastning simulerades traktorn med vagn köra parallellt med hacken. När vagnen är full kommer nästa ekipage och tar över utan att hacken ska behöva stanna och vänta. Traktorn kör därefter till fältkant och sedan vidare till lagringsplatsen. Efter tömning kör ekipaget tillbaka till fältet där hacken arbetar. Transportavståndet sattes till 0,2 km på fält följt av 1 km på väg till gården med transporthastighet 25 km/h. I transportkostnaderna ingick lastning på fält, transport tur och retur samt lossning vid plansilo (5 min/lass). Bränsleförbrukningen vid traktortransport sattes till 0,93 l/km med last och 0,35 l/km utan last (Berglund och Börjesson, 2003; Johnsen Höy, 2009). Fälthörlusterna beräknades till 5–8 % av ts-avkastning på fält beroende på avkastningsnivå, samt förlusterna för lagring och uttag till 18 % av mängden som lades in. Lägghetskostnader, som beskriver de förluster som uppstår om

vallen inte skördas när dess värde är maximalt med avseende på både kvantitet och kvalitet, beräknades per skörd enligt underlag som tagits fram för Grovfoderverktyget (Hushållningssällskapet, 2013) med arealen 100 ha och med hänsyn till sannolikheten för tjänligt väder de olika skördemånaderna. Läglighetsfaktorerna 0,024 kr/kg ts och dag för första skörd, 0,008 för andra skörd samt 0,006 för tredje och fjärde skörd användes. Dessutom beräknades en framkörningsavgift för att spegla de merkostnader som kan uppstå när antalet skördar ökar. En kostnad för varje maskin (slåtter, strängläggning, hackning, gödsling) på 30 kr/ha och skörd antogs efter diskussion med Hallin (pers. komm., 2013). Gödslingskostnaderna beräknades för ett gödslingstillfälle per skörd. Kostnaderna beräknades för själva gödselmedlet utifrån den beräknade medelgödselgivan för respektive skördesystem utöver en spridningskostnad per spridningstillfälle. Kostnaden för konstgödselspridning sattes till 108 kr/ha och spridningstillfälle. Kostnaden för handelsgödselkväve sattes till 9,23 kr/kg kväve.

Resultat

Flera skördar tenderar att ge en mindre skörd i kg ts med högre näringsvärden (tabell 1). Avkastningen av protein ökar vid flera skördar, likaså av energi vid en ökning från två till tre skördar per år. Tiden under vilken vallen vuxit har varierat och i de fall flera skördar givit påtagligt större avkastning har tiden mellan första och sista skörd ökat betydligt.

Tabell 1. Medelvärden för avkastning och kvalitet för två-, tre- eller fyrskördesystemet samt data från de försök som medelvärdet baseras på

	Avkastning	Till- växt ¹	Omsättbar energi	Råprot	NDF	Gödsling	Avkastning	
	kg ts/ha	dagar	MJ/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	kg N/ha	GJ ² /ha	kg rp/ha
<i>2 skördar (2 eller 3 skördar)</i>								
Kornher (1982)	9 380		10,1	160		150	94,7	1 501
Tuvesson (1986)	9 483	68	9,4	128		100	89,1	1 214
Tuvesson (1988)	10 205	70	9,8	100		120	100,0	1 021
Stenberg <i>et al.</i> (2001)	10 113		9,8	253	567	100	99,1	2 559
Martinsson och Ericsson (2009)	9 343	47	10,6	140	495	110	99,0	1 308
Wallenhammar <i>et al.</i> (2013)	9 284		10,2	144	511	38	94,7	1 337
Medel 2 skördar	9 814	64	10,0	154	515	107	98,1	1 511
<i>3 skördar (2 eller 3 skördar)</i>								
Kornher (1982)	8 470		10,4	177		150	88,1	1 499
Tuvesson (1986)	7 633	85	10,0	164		100	76,3	1 252
Tuvesson (1988)	10 643	84	10,2	125		120	108,6	1 330
Stenberg <i>et al.</i> (2001)	9 178		10,4	257	512	100	95,5	2 359
Martinsson och Ericsson (2009)	10 991	90	10,7	154	482	160	117,6	1 693
Wallenhammar <i>et al.</i> (2013)	9 223		10,4	156	487	38	95,9	1 439
Medel 3 skördar	9 568	86	10,4	172	486	111	99,5	1 646
<i>3 skördar (3 eller 4 skördar)</i>								
Svanäng, Frankow-Lindberg (1994)	9 774	91	10,8	153		200	105,6	1 495
Frankow-Lindberg (2013)	13 464	96	10,6	135	551	200	142,7	1 818
Medel 3 skördar	11 355	93	10,7	146	552	200	121,5	1 658
<i>4 skördar (3 eller 4 skördar)</i>								
Svanäng, Frankow-Lindberg (1994)	9 032	91	11,1	175		200	100,3	1 581
Frankow-Lindberg (2013)	11 892	103	10,9	151	523	200	129,6	1 796
Medel 4 skördar	10 748	99	11,0	163	523	200	118,2	1 752

¹Avser antal dagar mellan första och sista skördedatum ²Omsättbar energi.

Kostnaden för att ta flera skördar sammanfattas i tabell 2. Det ekonomiska värdet av ett foder med högre näringsvärde kan skattas genom att optimera foderstater för samma mjölkproduktion där de olika kvaliteterna erbjuds till samma kostnad per kg ts. Den bättre kvaliteten ger då ett bättre netto (mjölkintäkt minus foderkostnad), framförallt genom att man kan spara in på kraftfoder och då nettot uttrycks per kg ts vallfoder erhålls ett värde för den bättre kvaliteten (tabell 3).

Tabell 2. Skörde- och gödslingskostnader i kr/kg ts efter lagring och uttagning

Kostnad	2 skördar	3 skördar (2 jmf. 3)	3 skördar (3 jmf. 4)	4 skördar
Kr/kg ts efter lagring				
Skörd	0,55	0,62	0,56	0,70
Läglighet	0,05	0,03	0,04	0,02
Gödsling	0,19	0,22	0,29	0,33
Framkörning	0,04	0,06	0,05	0,07
Totalt	0,82	0,92	0,94	1,12

Tabell 3. Åtgång av vallfoder vid de olika kvaliteterna (tabell 1) beräknat med två olika foderoptimeringsprogram, effekten på nettot mjölkintäkt minus foderkostnad samt mervärdet per kg ts vallfoder av tre skördar jämfört med två respektive fyra skördar jämfört med tre

Jämförelse	Metod för skattning	Vallfoder per ko, kg ts per år	Vallfoder i foderstaten, % per år	Netto, kr per ko och dag	Mervärde av ensilage, öre per kg ts
2–3 skördar	NorFor 2 skördar	4 008	55	53	
	NorFor 3 skördar	4 213	59	55	+15,7
	Klassisk 2 skördar	3 970	60	55	
	Klassisk 3 skördar	3 795	56	56	+10,9
3–4 skördar	NorFor 3 skördar	4 366	62	57	
	NorFor 4 skördar	4 605	66	58	+9,3
	Klassisk 3 skördar	3 510	56	55	
	Klassisk 4 skördar	3 904	59	56	+16,3

Vid jämförelse mellan två eller tre skördar ökade kostnaderna för skörd och gödsling med 10 öre/kg ts vid övergång till tre skördar (tabell 2). Samtidigt ökade fodrets värde med 13 öre/kg ts (medeltal av de två skattningarna, tabell 3). Fodrets ökade värde kompenserade alltså de ökade kostnaderna för skörd och gödsling.

Vid jämförelse mellan tre eller fyra skördar ökade kostnaderna för skörd och gödsling med 19 öre/kg ts vid övergång till fyra skördar (tabell 2). Samtidigt ökade fodrets värde endast med 13 öre/kg ts (medeltal mellan NorFor och klassisk värdering, tabell 3). Fodrets ökade värde kompenserade alltså i detta fall inte för de ökade kostnaderna för skörd och gödsling.

Vid övergång till flera skördar minskar avkastningen i kg ts per år såvida inte skördeperioden utsträcks. Samtidigt har det ökade näringsvärdet i vallfodret lett till att korna kan tillgodogöra sig mer vallfoder och man sparar in på kraftfoderinköp. Ekvationen innebär emellertid att arealbehovet ökar om lika mycket mjölk ska produceras. Vid en övergång från två till tre skördar ökade arealbehovet av vall med ca 3 % och vid övergång från tre till fyra skördar ökade det med ca 14 %.

Referenser

För en fullständig referenslista hänvisas till: Gunnarsson C., Nilsson-Linde N. och Spörndly R. (2014) Två, tre eller fyra skördar av vallfoder per år – kostnader och fodervärde till kor. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Lantbruk och Industri. Rapport 419. Uppsala. <http://www.jti.se/index.php?page=rapporter-lantbruk-industri>

Grovfoderverktyget – lansering av ett webbaserat hjälpmedel för grovfoderproduktion

L. af Geijersstam¹ och H. Hedström²

¹Hushållningssällskapet Kalmar ²Hushållningssällskapet, Bräkne-Hoby

Korrespondens: hans.hedstrom@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

Med Grovfoderverktyget kan lantbrukare och rådgivare på ett smidigt sätt räkna fram kostnaden för produktion av grovfoder. På www.grovfoderverktyget.se kan grovfoderproducenten följa upp sin odling och hitta kunskap och goda råd om produktionen. Verktyget har tagits fram av Hushållningssällskapet. En stor del av innehållet är tillgängligt kostnadsfritt, men en årlig avgift ger användaren tillgång till samtliga tjänster som finns på websidan.

Introduktion

Hushållningssällskapet har sedan cirka två år drivit utvecklingen av ett verktyg som skall hjälpa lantbrukare och rådgivare att beräkna och jämföra kostnader för produktion av grovfoder, dokumentera och förbättra produktionen. Projektet finansieras genom projektmedel som Jordbruksverket beviljat olika projekt inom ”Kraftsamling Mjök”.

Material och metoder

Grovfoderverktyget har tre delar; en grovfoderkalkyl, ett antal Excel baserade räknehjälpmedel samt en kunskapsbank. Verktyget har tagits fram med hjälp av ett 30-tal personer som levererat underlag och kunskap, samt därutöver ett stort antal personer som bidragit med synpunkter och önskemål. Lättåtkomligt och användarvänligt har varit viktiga nyckelord. En årlig avgift ger tillgång till samtliga tjänster, men en stor del av innehållet är tillgängligt kostnadsfritt. Som lantbrukare kan man göra beräkningar för sin gård och som rådgivare kan man jobba med och göra sammanställningar på flera gårdar som man har fått behörighet till.

Resultat och diskussion

Grovfoderkalkyl

Verktyget omfattar produktionskalkyler för vall, helsäd, ensilagemajs och åkermarksbete. För att beräkna maskinkostnader får man hjälp av schabloner från en befintlig och årligen uppdaterad databas, framtagen av maskinkalkylgruppen. Insatsvaror finns att välja ur en årligen uppdaterad databas. Det går också att använda egna uppgifter angivna som t.ex. kostnad per hektar eller per timme. Användaren registrerar ett fåtal grunddata och kan sedan välja ur ett mindre antal ”Typkalkyler” som kan sägas representera gårdens produktion. Redan här får man en kalkyl över en produktionskostnad som kan ligga i närheten av gårdens. Sedan kan man justera uppgifter för att mer och mer få det att överensstämma med gårdens verkliga kostnader. Man kan också kopiera en genomgången kalkyl, ändra något och prova sig fram till den optimala lösningen för aktuell produktion, eller använda den för att lägga in ett nytt år. En fördel med verktyget är att man ska kunna beräkna sin kostnad på en detaljnivå som man själv väljer.

Med verktyget får man ett hjälpmedel för att följa upp skörd, produktionskostnad och kvalitet i grovfoderodlingen. Uppgifter man matat in kan sammanställas till rapporter som man sedan kan ha nytta av. Det kan vara produktionskostnad i medeltal över flera år, medelavkastning, eller vilken foderkvalitet man haft under en följd av år. I verktyget kommer det efterhand att genereras nyckeltal som lantbrukare och rådgivare kan stämma av för att värdera nyttan av genomförda åtgärder.

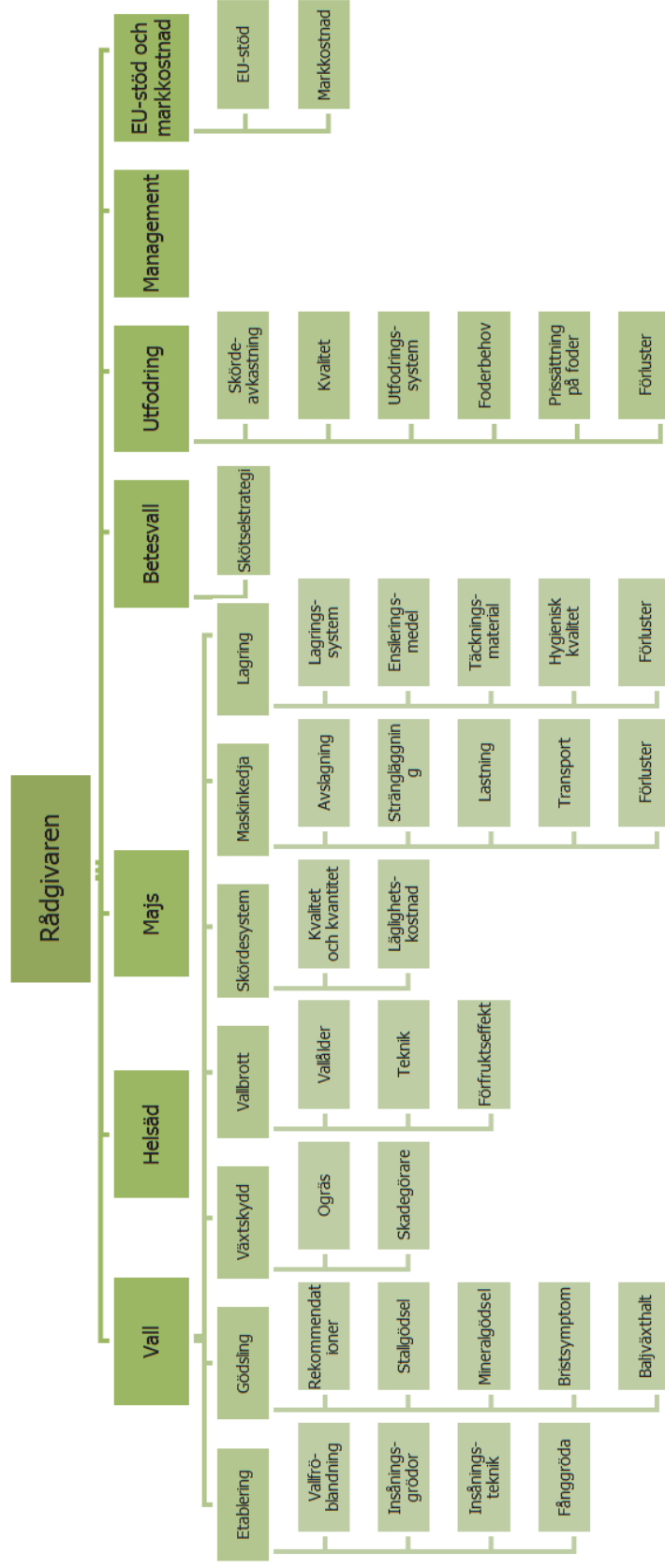
Räknehjälpmedel

En rad befintliga verktyg, lathundar och nyckeltal har inom projektet uppdaterats, anpassats och utvecklats. Dessa mer eller mindre omfattande räknehjälpmedel är användbara för att räkna på enskilda moment i grovfoderproduktionen. Exempel på beräkningar är optimal NPK-giva, proteingödsling, kostnad för transporter mellan gård och fält, kostnad för inomgårdshantering, grovfoderavkastning, foderbehov, prissättning av foder, åtgång av plast och ensileringsmedel, skörde- och lagringsförluster, EU-stöd och läglighetskostnad för vallskörd.

Kunskapsbank

I grovfoderverktyget ska man snabbt kunna hitta kortfattad och enkel information inom de olika ämnesområden som visas i figur 1. Alla fakta är granskade av grovfoderrådgivare. Det går också att hitta mer djuplodande eller kompletterande kunskap i form av rapporter, artiklar och webbsidesadresser.

Att känna till sina kostnader gör det lättare att se var man kan minska dem och få en lönsammare produktion. På egen hand eller i samverkan med rådgivare kan man som lantbrukare få vägledning om hur gårdens grovfoderodling kan optimeras utifrån gårdens förutsättningar och ens egna krav på produktionen. Produktionskostnaden för grovfoder varierar i hög grad, men det är samtidigt många som inte känner till vilken kostnad man har för sitt eget grovfoder. En korrekt kostnadsuppskattning för grovfodret gör det möjligt att fullt ut utnyttja optimering med hjälp av NorFor i utfodringen. Det ger också underlag för val av gröda. Grovfoderverktyget kan vara ett hjälpmedel för att svara på en rad vanliga frågor inom grovfoderproduktion: Vad kostar grovfodret? Ska jag leja eller använda egna maskiner? Hur mycket foder går det åt? Hur långt ska jag köra stallgödseln? Hur minskar jag förlusterna? Är det mest lönsamt att odla helsäd eller majs?



Figur 1. Innehåll i kunskapsbanken.

Ger kvävegödsling eller inblandning av rödklöver i vallen någon effekt på mjölkens fettsyrasammansättning?

K. Arvidsson^{1,2}, A.-M. Gustavsson¹, V. Fievez³ och K. Martinsson¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

²Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara ³Ghent University, Laboratory for Animal Nutrition and Animal Product Quality, Melle, Belgium

Korrespondens: katarina.arvidsson@slu.se

Sammanfattning

Ett positivt samband mellan koncentrationen av råprotein och fettsyror har påvisats i en rad olika arter. Syftet med denna studie var att undersöka om detta samband kunde användas för att påverka mjölkens fettsyrasammansättning. Följaktligen gödslades en timotejvall med tre olika nivåer av kväve: 30, 90 och 120 kg N/ha till förstaskörd för att åstadkomma tre ensilage med olika råproteinkoncentration. Ett fjärde ensilage bestående av rödklöver och timotej (60 respektive 40 % på ts-basis) inkluderades också. Studien genomfördes under typiska produktionsbetingelser, dvs. med samma typer och mängder av kraftfoder som på en kommersiell gård. De uppnådda skillnaderna i fettsyrakoncentrationer mellan ensilagen påverkade dock inte mjölken, vilket visar att ökad kvävegödsling, eller inblandning av rödklöver, inte nödvändigtvis leder till högre koncentrationer av fleromättade fettsyror i mjölk vid en foderstat bestående av 60 % vallfoder och 40 % kraftfoder.

Introduktion

Ökade kunskaper om olika fettsyror biologiska egenskaper, har medfört ett ökat intresse att påverka mjölkens fettsyrasammansättning för att på så vis förbättra dess hälsosamma effekter. Den väg som ligger närmast till hands för att modifiera mjölken är via foderstaten. Det skulle vara önskvärt att få en högre andel av de hälsosamma enkel- och fleromättade fetterna, och därmed minska andelen mättat fett. Kvävegödsling har visat sig påverka både den totala fettsyrakoncentrationen och fettsyrasammansättningen i en mängd olika arter (Arvidsson, 2009). Syftet med detta försök var att utvärdera effekterna av utfodring av gräsensilage gödslat med olika kvävegivor på mjölkens fettsyrasammansättning, samt att jämföra gräsensilage i detta avseende med ett rödklöverdominerat ensilage under typiskt svenskt produktionsförhållanden.

Material och metoder

Försöket genomfördes vid Rönnebydalens forskningscentrum, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. En timotejvall (*Phleum pratense* L.) gödslades med tre olika kvävegivor (30, 90 och 120 kg N/ha, betecknade G-30, G-90 och G-120) till förstaskörd för att åstadkomma tre ensilage med olika råproteinkoncentration. Ett rödklöver-gräsensilage (*Trifolium pratense* L. och *P. pratense*, 60/40 på ts-basis, betecknat RK-G) producerades också. Grönmassan förtorkades till en ts-halt på cirka 300 g/kg. Försöket var ett change-over försök (Design nr. 4; Patterson och Lucas, 1962) med tre perioder om fyra veckor vardera. Totalt ingick 24 SRB-kor (i medel och sen laktation) som var och en fick äta tre av de fyra försöksfodren enligt schema efter Patterson och Lucas (1962). Foderstaten bestod av 11 kg ts ensilage och totalt 7 kg av två kommersiella kraftfoder. Foderprover togs kontinuerligt under försöket medan mjölkprover togs under de två sista veckor-

na i varje period. Kraftfodergivan var uträknad för att täcka proteinbehovet för de kor som åt G-30, det vill säga det foder med lägst råproteinhalt. Försöket genomfördes under förhållanden som råder i den praktiska produktionen, dvs. med samma typ och nivå av kraftfoder som används på kommersiella gårdar. Foderprovernas fett extraherades enligt den metod som beskrivits av Raes *et al.* (2001) och för bestämning av fettsyra-koncentrationer i mjölken användes Röse-Gottlieb-metoden (ISO-3889; ISO, 2006). Fettsyornas metylestrar kvantifieras sedan med hjälp av gas-kromatografi. I de statistiska analyserna delades behandlingseffekterna in i följande ortogonala kontraster: 1) RK-G vs. gränsensilage, 2) linjära och 3) kvadratiske effekter av ökad kvävegödsling. Skillnader ansågs signifikanta om $P < 0,05$.

Resultat och diskussion

Ensilagen var av god kvalitet och hade liknande ts-halt och energiinnehåll (i genomsnitt 310 g ts/kg och 10,8 MJ/kg ts). Råprotein-koncentrationen ökade något med ökande kvävegiva (125, 134, 142 och 149 g/kg ts för G-30, G-90, G-120 och RK-G). Det fanns en linjär ökning i ts-intag av de olika ensilagen med ökad kvävegödsling (tabell 1). Det fanns också skillnader i koncentrationen av både individuella och totala fettsyrainnehållet i de olika ensilagen. G-90 ensilaget hade den högsta totala koncentrationen av fettsyror, G-30 den lägsta och G-120 intermediära koncentrationer. RK-G hade en högre koncentration av 18:0 och 18:2 n-6 än gränsensilagen. Det bör tilläggas att intaget av 18:3 n-3 huvudsakligen kom från ensilagen medan en större andel av *cis*-9 18:1 och 18:2 n-6 kom från kraftfodret.

Tabell 1. Dagligt foderintag (kg ts/dag) och intag av fettsyror (g/dag) från de olika försöksfodren

	G-30	G-90	G-120	RK-G	s.e. ¹	Kontraster ²		
						E	L	K
Intag av ensilage	9,3	9,6	10,8	10,5	0,35	NS	**	NS
Totala foderstaten								
16:0	120	123	123	123	1,63	NS	*	NS
18:0	16,1	16,3	16,3	16,7	0,16	***	NS	NS
c9-18:1	105	106	107	105	1,33	*	NS	NS
18:2 n-6	97,0	100	101	103	1,48	**	**	NS
18:3 n-3	76,1	94,3	99,0	90,0	2,77	NS	***	*
Övriga	23,9	24,2	24,7	25,0	0,33	**	*	NS
Fettsyror totalt	442	467	475	467	7,16	NS	***	NS

¹ Standard error of mean

² E, klöver-gränsensilage vs. gränsensilage; L, linjär effekt av ökad kvävegiva; K, kvadratisk effekt av ökad kvävegiva; NS, ej signifikant; *, $P < 0,05$; **, $P < 0,01$; ***, $P < 0,001$.

Mjolkproduktionen skilde sig inte signifikant mellan behandlingarna (i genomsnitt 20,9 kg/dag), men G-30 ensilaget resulterade i högre koncentrationer av 18:2 n-6 i mjölken än de två andra gränsensilagen (tabell 2). De högsta halterna av 18:3 n-3 och *cis*-9, *trans*-11-18:2 återfanns i mjölk från kor som ätit RK-G ensilaget. Trots att intaget av C18:2 n-6 och C18:3n-3 var lägre från G-30 än från G-90 och G-120 var det högre koncentration av C18:2 n-6 i mjölken från kor som ätit G-30 än från kor som ätit G-90 och G-120. Utbytet av 18:2 n-6 och 18:3 n-3 från foder till mjölk var högre för RK-G och G-30 jämfört med G-90 och G-120. Ett högre utbyte när rödklöver ingår i foderstaten bekräftar tidigare rapporter (Dewhurst *et al.*, 2003; Al-Mabruk *et al.*, 2004). Det högre utbytet av 18:2 n-6 och 18:3 n-3 med G-30 ensilaget kan vara till följd av det lägre ts-intaget från G-30 vilket ledde till att en större andel av de konsumerade fettsyrorna kommer från kraftfodret jämfört med foderstaterna baserade på G-90 och G-120.

Tabell 2. De olika ensilagens inverkan på mjölkens fettsyrasammansättning (g/100 g fettsyror) samt utbytet av 18:2n-6 och 18:3n-3 (%) från foder till mjölk

	G-30	G-90	G-120	RK-G	s.e. ¹	Kontraster ²		
						E	L	K
c9-18:1	19,30	19,67	19,51	19,52	0,426	NS	NS	NS
c11-18:1	0,63	0,62	0,62	0,63	0,016	NS	NS	NS
18:2 n-6	1,10	1,03	1,01	1,07	0,030	NS	*	NS
18:3 n-3	0,41	0,40	0,40	0,46	0,021	***	NS	NS
c9,t11-18:2	0,63	0,62	0,63	0,66	0,022	***	NS	NS
<i>Utbyte från foder till mjölk</i>								
18:2 n-6	12,1	10,4	10,1	10,7	0,82	NS	**	NS
18:3 n-3	5,74	4,27	4,10	5,31	0,78	NS	**	NS

¹ Standard error of mean.

² E, klöver-gräsenilage vs. gräsenilagen; L, linjär effekt av ökad kvävegiva; K, kvadratisk effekt av ökad kvävegiva; NS, ej signifikant; *, $P < 0,05$; **, $P < 0,01$; ***, $P < 0,001$.

De erhållna skillnaderna var således så pass små att i en foderstat bestående av 60 % vallfoder och 40 % kraftfoder blev det ingen skillnad i mjölkens fettsammansättning. Detta visar att en ökning av kvävegödslingen, eller inblandning av rödklöver, för att uppnå en högre koncentration av fleromättade fettsyror i ensilaget inte nödvändigtvis leder till en högre koncentration av dessa fettsyror i mjölken.

Referenser

Arvidsson K. (2009) Factors Affecting Fatty Acid Composition in Forage and Milk. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå. Doctoral Thesis.

Al-Mabruk R.M., Beck N.F.G. och Dewhurst R.J. (2004) Effects of silage species and supplemental vitamin E on the oxidative stability of milk. *Journal of Dairy Science* 87, 406–412.

Dewhurst R.J., Fisher W.J., Tweed J.K.S. och Wilkins R.J. (2003) Comparison of grass and legume silages for milk production. I. Production responses with different levels of concentrate. *Journal of Dairy Science* 86, 2598–2611.

ISO (2006) ISO 3889–Milk and milk products–specification of Mojonnier-type fat extraction flasks. I: International Organisation for Standardisation, Geneva, Switzerland.

Patterson H.D. och Lucas H.L. (1962) Change-over designs. I: Technical Bulletin No. 147 North Carolina Agricultural Experiment Station and United States Department of Agriculture, NC, USA.

Raes K., De Smet S. och Demeyer D. (2001) Effect of double-muscling in Belgian Blue young bulls on the intramuscular fatty acid composition with emphasis on conjugated linoleic acid and polyunsaturated fatty acids. *Animal Science* 73, 253–260.

Originalartikel: Arvidsson K., Gustavsson A.-M., Fievez V. och Martinsson K. (2012) The effect of N-fertilisation rate or inclusion of red clover to timothy leys on fatty acid composition in milk of dairy cows fed a commercial silage: concentrate ratio. *Animal* 6, 1178–1186. Copyright The Animal Consortium 2012.

Utvärdering av NorFor:s modell för skattning av konsumtionsförmåga hos växande ungnöt

A. Höjer¹, S. Krizsan¹, A. Huuskonen² och P. Huhtanen¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

²MTT Agrifood Research Finland, Ruukki, Finland

Korrespondens: annika.hojer@slu.se

Sammanfattning

Syftet med denna studie var att utvärdera NorFors konsumtionsmodell för växande ungnöt. Två dataset (behandlingsmedel och periodiska data) skapades med information från 17 respektive 135 utfodringsförsök med växande ungnöt. Regressionsanalys av modellen visade att foderintaget överskattades med modellen. Lutningsbiasen var kraftig, vilket orsakar att överskattningen ökar snabbt med ökande foderintag. Residualerna var starkt kopplade till flera av de djur- och foderrelaterade faktorerna, särskilt den dagliga tillväxten och djurets levandevikt. Det totala skattningsfelet var 0,86 och 1,31 kg torrsubstans/dag för de två dataseten (behandlingsmedel och periodiska data).

Introduktion

Det finns många faktorer som påverkar foderkonsumtionen hos växande ungnöt, både faktorer som berör djuret såväl som foderrelaterade faktorer. I många fall är dessa djur- och foderrelaterade faktorer dessutom nära sammankopplade. Konsumtionsförmågan styrs dels av den fysiska regleringen som påverkas av djurets fysiska förmåga till konsumtion och dels av den metaboliska regleringen som styrs av djurets energibehov. I NorFor:s konsumtionsmodell för växande ungnöt är det grundläggande antagandet att djurets konsumtionsförmåga är lika med totala foderintaget uttryckt i fyllnadsvärdesenheter (Volden *et al.*, 2011a). Både djurets konsumtionsförmåga och fodrets fyllnadsvärde varierar dock och är beroende på en mängd olika faktorer.

Syftet med denna studie var att utvärdera konsumtionsmodellen i NorFor för växande ungnöt genom att använda oberoende data. Målet var att undersöka modellens förmåga att förutspå konsumtionsförmågan samt att definiera vilka djur- och foderrelaterade faktorer modellen är särskilt känslig för.

Material och metoder

För att skatta djurens konsumtionsförmåga används i NorFor grundantagandet att djurens konsumtionsförmåga är lika med det totala foderintaget uttryckt i fyllnadsvärdesenheter (Volden *et al.*, 2011a). Foderintaget uttryckt i fyllnadsvärdesenheter (FV_Intag) beräknas enligt ekvation 1:

$$FV_Intag = \sum_i DMI_i \times FV_i + \sum_j DMI_j \times FV_j \times FV_SubR + FV_MR \quad (1)$$

I denna ekvation är DMI_i konsumtionen av kraftfoder i kg torrsubstans (ts)/dag, FV_i är ett konstant fyllnadsvärde för kraftfoder, DMI_j är konsumtionen av grovfoder i kg ts/dag, FV_j är fyllnadsvärdet för grovfodret som multipliceras med FV_SubR som är en korrigeringsfaktor baserad på andelen kraftfoder i foderstaten, FV_MR är en korrigeringsfaktor för den metaboliska regleringen av foderintaget.

För att beräkna djurens konsumtionsförmåga används lite olika ekvationer för tjurar (ekvation 2) och för kvigor och stutar (ekvation 3 och 4) (Volden *et al.*, 2011a):

$$IC_Tjur = 0,006544 \times BW + 0,0007337 \times ADG + \frac{-20}{0,9552 \times BW} \quad (2)$$

$$IC_Kviga / stut = \left(0,007236 \times BW + 0,0005781 \times ADG + \frac{-3}{0,9552 \times BW} \right) \times IC_Dräktighet \quad (3)$$

$$IC_Dräktighet = \left(\frac{1}{1 + e^{\left(\frac{dräktighetsdag - 357}{36} \right)}} \right) \quad (4)$$

I ekvationerna beräknas konsumtionsförmågan ($IC_Tjur/kviga/stut$) i kg ts/dag baserat på djurens kroppsvikt (BW) i kg, deras dagliga tillväxt (ADG) i g/dag samt för kvigor en särskild faktor för dräktighet ($IC_Dräktighet$) som är beroende av vilken dag i dräktigheten kvigan är (dräktighetsdag).

För att utvärdera dessa modeller samlades data in i samarbete med Arto Huuskonen från MTT i Finland. Detta resulterade i ett dataset med periodvis data från 17 utfodringsförsök med 823 periodmedeltal (medeltal för varje behandling i varje period) och ett dataset med data från 135 utfodringsförsök med 420 behandlingsmedeltal (medeltal för varje behandling över hela försökstiden). Försöken som ingick var utfodringsförsök med växande ungnöt (tjurar, stutar och kvigor) där djuren haft fri tillgång till fullfoderblandningar, gräsensilage, helsädsensilage eller halm (som enda grovfoderkälla eller som delvis ersättning för gräsensilage). Kraftfodren i försöken var främst spannmål, fiberrika biprodukter samt olika proteinstillskott. De flesta försöken utfördes med rena mjölkkraser och försöken har genomförts i Norden och Europa. Fullständiga uppgifter om försöken som ingick i utvärderingen finns i Huuskonen *et al.* (2013).

För att ett försök skulle vara inkluderat i databasen krävdes gruppvisa registreringar på konsumtionen av grov- och kraftfoder, kroppsvikt och daglig tillväxt. Om daglig tillväxt saknades beräknades den genom att skillnaden mellan start- och slutvikten dividerades med antal dagar i tillväxt. Vidare behövdes uppgifter på foderstaternas innehåll av torrsubstans, organisk substans, råprotein, NDF, samt totala mängden syror och NH_3-N i ensilaget. För kraftfoder registrerades innehållet av fett, stärkelse och NDF om det var analyserat, annars användes värden från foder-tabell (MTT, 2012). Ensilagens smältbarhet av den organiska substansen (D-värdet) beräknades antingen från värden *in vitro* eller bestämdes *in vivo* med får på underhållsfoderstat.

Metaanalysen genomfördes med regression med blandad modell (mixed model regression) i SAS med mixed proc enligt följande modell:

$$Y = B_0 + B_1 X_{1ij} + b_0 + b_1 X_{1ij} + B_2 X_{2ij} + \dots + B_n X_{nij} + e_{ij} \quad (5)$$

I modellen är B_0 , $B_1 X_{1ij}$, $B_2 X_{2ij}$, ..., $B_n X_{nij}$ fixa effekter medan b_0 , b_1 , och e_{ij} är slumpmässiga effekter (skärning med y-axeln, lutningen och det slumpmässiga felet), $i = 1, \dots, n$ experiment och $j = 1, \dots, n_i$ värden. För att utvärdera modellen skapades residualer genom att subtrahera av modellen skattade värden från de observerade. De skattade värden centrerades sedan runt noll genom att medelvärdet av alla skattningar subtraherades från varje skattat värde. Denna transfor-

mation gör lutningen och skärningen med y-axeln oberoende och underlättar därmed en korrekt tolkning av regressionsmodellen.

Resultat och diskussion

Det fanns vissa skillnader mellan datasetet bestående av periodisk data och det med behandlingsmedelvärden; det periodiska datasetet sträckte sig över ett större spann av total konsumtion torrsustans, initial och slutlig kroppsvikt samt daglig tillväxt (tabell 1). Det kompletta datasetet med behandlingsmedel visar på kvantitativa foderrelaterade effekter på foderintaget medan det periodiska datasetet speglar de djurrelaterade faktorernas effekt.

Tabell 1. Förteckning över medel, min- och maximum för några av parametrarna som ingått i de två dataseten samt skattad konsumtion av modellen NorFor. I datasetet behandlingsmedel ($n = 420$) är värdena ett medeltal för varje behandling medan i datasetet periodmedel ($n = 423$) anges gruppmedeltal från varje period

	Behandlingsmedel			Periodmedel		
	Medel	Minimum	Maximum	Medel	Minimum	Maximum
<i>Intag torrsustans (kg/dag)</i>						
Grovfoder	4,6	0,2	9,9	4,9	0,7	10,3
Kraftfoder	2,8	0,0	8,9	3,9	1,3	7,8
Totalt	7,4	2,6	11,0	8,8	2,6	14,9
Skattat av Norfor	8,0	1,9	13,1	9,7	3,0	15,1
<i>Grovfodrets sammansättning (g/kg ts)</i>						
Torrsustans (g/kg)	284	165	500	299	160	593
Råprotein	139	39	226	150	60	203
D-värde ¹ (g/kg)	699	497	825	720	497	819
Totala syror ²	74	0	178	60	5	157
NH ₃ N (g/kg totalt N)	66	0	344	62	10	310
<i>Foderstatens sammansättning (g/kg ts)</i>						
Råprotein	149	89	225	147	87	193
NDF	427	231	667	405	295	541
Omsättbar energi (MJ/kg ts)	11,3	9,3	12,6	11,5	9,3	12,6
AAT	90	74	106	91	75	103
PBV	5	-58	65	2	-46	41
<i>Produktionsparametrar</i>						
Initial kroppsvikt (kg)	279	80	575	452	84	772
Slutlig kroppsvikt (kg)	497	130	784	486	113	811
Daglig tillväxt (g/dag)	1 083	220	1 809	1 175	36	2 455

¹D-värde = koncentrationen av smältbar organisk substans/kg ts.

²Totala syror = koncentrationen av mjölksyra + ättiksyra + propionsyra + smörsyra.

Det här är första gången som NorFor:s konsumtionsmodell för växande ungnöt utvärderas med ett större oberoende dataset. Resultaten visade att konsumtionsförmågan överskattades av NorFor:s konsumtionsmodell oavsett vilket av dataseten som användes. För datasetet med behandlingsmedelvärden kunde förhållandet mellan skattad och observerad konsumtion beskrivas som $y = 1,76 (\pm 0,044) + 0,72 (\pm 0,005) \times \text{skattad konsumtion}$. För det periodiska datasetet var förhållandet $y = 3,21 (\pm 0,062) + 0,59 (\pm 0,006) \times \text{skattad konsumtion}$.

Skattningsfelet (RMSPE) var 0,86 och 1,31 kg ts/dag för respektive dataset (behandlings- och periodmedel). Detta kan jämföras med skattningsfelet 1,47 kg ts/dag vid en nyligen genomförd utvärdering av NorFor:s modell för mjölkcor (Krizsan *et al.*, 2014), samt tidigare utvärderingar

som visat skattningsfel på 1,6 och 1,5 kg ts/dag för respektive utvärdering (Volden *et al.*, 2011b; Jensen *et al.*, 2013). Enligt dessa tidigare utvärderingar sågs dock ingen överskattning av konsumtionen hos mjölkkor.

För båda dataseten var lutningsbiasen negativ (-0,29 och -0,41 för behandlings- och periodmedel), vilket innebär att felet i skattningen av intagskapaciteten blir större vid högre intag. Detta sågs även i ungefär lika hög grad i utvärdering av konsumtionsmodellen för mjölkkor (Krizsan *et al.*, 2014). Residualerna var för båda dataseten signifikant relaterade till kroppsvikten och till den dagliga tillväxten, vilka båda används för skattningen av konsumtionsförmågan.

Huuskonen *et al.* (2013) kom fram till att en modell med djurets levande vikt, foderstatens NDF koncentration, ensilagets torrsustansintagsindex (SDMI-index) samt foderstatens koncentration av flyktiga fettsyror kan användas för att skatta intaget hos växande ungnöt. Vid utvärdering av den modellen var skattningsfelet 0,24 kg ts/dag. Andra modeller som används för att skatta foderintaget hos ungnöt är de två amerikanska modellerna av National research council (NRC) och Cornell net carbohydrate and protein system (CNCPS) som båda använder nettoenergi i foderstaten och metabolisk kroppsvikt samt flera korrektionsfaktorer för att beräkna foderkonsumtionen (NRC, 2000; Fox *et al.*, 2004).

I beräkningen av konsumtionsförmågan i NorFor ingår den dagliga tillväxten som en faktor. Det kan orsaka praktiska problem av två orsaker; 1) det kräver regelbundna registreringar av kroppsvikten och 2) dessa data är bara tillgängliga efter att den aktuella foderstaten har utfodrats. Dessutom påverkas djurets konsumtionsförmåga även av foderrelaterade faktorer (som t.ex. fodrets fyllnadsvärde) vilket gör det svårt att skilja på faktorer orsakade av foderstaten från djurrelaterade faktorer.

Referenser

- Fox D.G., Tedeschi L.O., Tylutki T.P., Russell J.B., Van Amburgh M.E., Chase L.E., Pell A.N. och Overton T.R. (2004) The Cornell net carbohydrate and protein system model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal feed science and technology* 112, 29–78.
- Huuskonen A., Huhtanen P. och Joki-Tokala E. (2013) The development of a model to predict feed intake by growing cattle. *Livestock Science* 158, 74–83.
- Krizsan S.J., Höjer A., Huuskonen A., Hetta M. och Huhtanen P. (2014) Evaluation of the feed intake models in the Nordic feed evaluation system NorFor. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. Insänt manuskript.
- MTT (2012) Feed tables and nutrient requirements. MTT Agrifood Research Finland, Jokioinen, Finland. [citerad 01.09.2013]. Tillgänglig på: www.mtt.fi/feedtables
- NRC (2000) Nutrient requirements of beef cattle. 7:e utgåvan. The National Academies Press. Washington DC, USA, 248 s.
- Volden H., Nielsen N.I., Åkerlind M., Larsen M., Havrevoll Ø. och Rygh A.J. (2011a) Prediction of voluntary feed intake. I: H. Volden (red.) NorFor – the Nordic feed evaluation system. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, s. 113–132.
- Volden H., Nielsen N.I., Åkerlind M., Larsen M., Havrevoll Ø. och Rygh A.J. (2011b) System evaluation. I: H. Volden (red.) Norfor – the Nordic feed evaluation system. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, s. 141–165.

Klöverrikt ensilage som proteinfoder till mjölkraskalvar

B. Johansson, A. Hessle och K.-I. Kumm

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

Korrespondens: birgitta.johansson@slu.se

Sammanfattning

Syftet med detta projekt var att undersöka om enbart klöverrikt ensilage eller klöverrikt ensilage i kombination med kallpressad rapskaka (år 1 och 2) och åkerböna (år 2) kan täcka kalvens proteinbehov vid en god levandeviktstillväxt utan störningar, samt att beräkna lönsamheten i uppfödning baserad på inhemska proteinfodermedel respektive sojamjöl. Två omgångar med ca 75 mjölkraskalvar vardera, fördelade på tre proteinfoder (varav sojamjöl användes som kontroll år 1), studerades från ca två till åtta månaders ålder. Studierna visade att utfodring med klöverrikt ensilage, kallpressad rapskaka och eventuellt åkerböna (år 2) är intressanta alternativ som kan ge en bra tillväxt hos mjölkraskalvar. Att utfodra 40 % ensilage (av foderstatens totala torrsubstansinnehåll) gav ingen fördel jämfört med att utfodra med 50 % ensilage, men utfodring med 60 % ensilage gav lägre konsumtion och tillväxt än de andra två behandlingarna. Den ekonomiska utvärderingen visade att sojamjölsalternativet år 1 var lönsammare än alternativet med klöverensilage och rapskaka. Dock kan det ändras till det senares fördel vid högt pris på sojamjöl och/eller lågt pris på rapskaka.

Introduktion

Det finns ett stort intresse för att hitta närproducerade alternativ till importerat sojamjöl bland annat eftersom användande av närproducerade – svenska – fodermedel ger mindre miljöpåverkan än importerat sojamjöl (Strid, 2010). Den främsta utmaningen med enbart närproducerat foder i foderstaten är försörjningen av protein. Med helsvenska foderstater finns ett begränsat antal proteinfodermedel att tillgå som t.ex. arter, åkerböna och raps. Men även ett vallfoder med stor andel baljväxter inklusive rödklöver (*Trifolium pratense*) tillför protein i foderstaten (t.ex. Dewhurst *et al.*, 2009). För att kalvar ska växa och utvecklas normalt krävs adekvat tillförsel av protein med tillräckligt hög andel vomstabil protein och hög smaklighet. Proteinet i våra inhemska proteinfoder har ofta en hög vomnedbrytbarhet vilket kan ge en låg tillväxt hos kalvarna. I denna studie undersökte vi dels om ett klöverrikt ensilage (i fortsättningen kallat klöverensilage) kan ersätta andra proteinfodermedel utan att ge låg konsumtion och tillväxt, dels hur klöverensilage, kallpressad rapskaka och åkerböna kan kombineras på ett bra sätt. Dessutom beräknades lönsamheten i uppfödningen för behandlingarna med inhemska proteinfodermedel respektive behandlingen med importerat sojamjöl första året.

Material och metoder

Två omgångar med ca 75 mjölkraskalvar (Holstein och SRB) studerades från ca två till åtta månaders ålder. Kalvarna hölls boxvis på djupströbädd med 5–7 djur per box. Kalvarna vägde i genomsnitt 94 och 100 kg vid försöksstart år 1 respektive år 2 och 253 respektive 289 kg vid försökets slut. De tre proteinfodren som jämfördes år 1 var sojamjöl, klöverensilage med 0,20 kg kallpressad rapskaka (LågR) samt klöverensilage med 0,46 kg rapskaka per djur och dag (HögR). Andra året utfodrades alla kalvar med tre olika kombinationer av klöverensilage, raps-

kaka och åkerböna, med 40, 50 respektive 60 % klöverensilage baserat på totalfoderstatens torrsubstansinnehåll. Kalvarna utfodrades en gång per dag med en fullfodermix som bestod av gräsensilage (endast år 1), korn, mineralfoder och proteinfodermedel beroende på vilken grupp de tillhörde. Fodermedlens näringsinnehåll visas i tabell 1. Klöverensilaget innehöll 50 % klöver år 1 (förstaårsvall, andraskörd) och 70 % år 2 (andraårsvall, mest tredjeskörd). Fodret gavs i fri tillgång och foderstaterna beräknades för fyra viktsintervall utifrån förändrade behov under tillväxten (Spörndly, 2003). LågR hann dock bara med tre viktsintervall under försöket.

Tabell 1. Medelvärden och standardavvikelse (anges inom parentes) för näringsvärden i enskilda fodermedel som användes under år 1 (2011–2012) och år 2 (2013). Alla värden anges som gram per kg torrsubstans (ts) om inte annat är angett

	År 1				År 2		
	Ensilage n = 6	Klöverens. n = 5	Rapskaka n = 5	Sojamjöl n = 5	Klöverens. n = 5	Rapskaka n = 5	Åkerböna n = 5
Ts, %	40 (7)	33 (3)	89 (1)	86 (0)	33 (2)	89 (0)	83 (0)
Energi ¹ , MJ	11,2 (1,0)	10,8 (0,4)	16,2 (0,6)	14,0 (1,3)	10,7 (0,3)	15,5 (0,2)	13,5 (0,5)
Råprotein	124 (8)	144 (13)	330 (17)	523 (9)	177 (31)	316 (3)	286 (8)
Råfett	ia ³	ia	199 (27)	25 (2)	ia	177 (7)	17 (2)
Aska	63 (11)	83 (10)	64 (3)	65 (2)	104 (14)	65 (0)	35 (1)
NDF ²	522 (23)	513 (16)	235 (5)	138 (19)	489 (24)	273 (9)	177 (20)

¹Omsättbar energi, beräknad från organiska substansens smältbarhet

²NDF = neutral detergent fiber, ³ia = inte analyserad.

Den dagliga konsumtionen registrerades på boxnivå. Kalvarna vägdes var 14:e dag och den genomsnittliga dagliga tillväxten samt fodereffektiviteten beräknades. Data bearbetades statistiskt var år för sig, analys av dagligt ts-intag samt fodereffektivitet utfördes på boxnivå med PROC GLM medan PROC MIXED användes för att analysera individuell tillväxt, med individ nästad inom box (SAS, 2010). Resultat med ett *P*-värde mindre än 0,05 betraktades som signifikant skillnad och med *P*-värden mellan 0,05 och 0,10 som tendens till skillnad.

Lönsamheten beräknades som kalvarnas värdetillväxt minus kostnaden för det foder de förbrukat. Kalkyler upprättades för både konventionellt och ekologiskt odlat foder. Dock är sojafoderstaten år 1 inte tillämplig i ekologisk produktion p.g.a. för hög kraftfoderandel (KRAV, 2012). Tabell 2 visar de foderpriser som användes i kalkylerna. I känslighetsanalyser varierades priserna för att se hur de olika foderstaternas ekonomiska konkurrenskraft förändrades vid förändrade priser. Försöken omfattade endast kalvstadiet till ca 275 kg levande vikt och sålunda inte hela uppfödningen fram till slakt. Köttpris för ungtjur av mjölkras är cirka 33 kr/kg vid konventionell produktion och 37 kr/kg vid ekologisk produktion enligt SLU:s områdeskalkyler och Databok (2013). Vid 50 % slaktutbyte motsvarar det 16,50 respektive 18,50 kr/kg tillväxt i levande vikt.

Tabell 2. Priser som användes i grundkalkylen. Anges som kr/kg ts för ensilage och kr/kg för övriga fodermedel

	Konventionellt odlat	Ekologiskt odlat
Ensilage	1,60	1,30
Korn	1,30	2,30
Kallpressad rapskaka	2,80	5,80
Sojamjöl	4,80	7,00

Resultat och diskussion

Medelkonsumtionen under försöksperioden för år 1 respektive år 2 visas i tabell 3. Utfodring med LågR resulterade i lägre ts-intag, tillväxt och sämre fodereffektivitet än HögR eller sojamjöl (tabell 4). Utfodring med HögR gav samma ts-intag som med sojafoderstaten, men lägre tillväxt (130 g mindre per dag) och sämre fodereffektivitet. Intaget av omsättbar energi, råprotein och NDF var densamma hos kalvarna som fått HögR och sojakalvarna men intaget av NDF i procent av kroppsvikten var högre hos kalvarna som fått HögR (tabell 4). Den något lägre tillväxten hos kalvarna som utfodrades HögR jämfört med sojamjöl beror troligen på att mer av råproteinet i klöverensilaget var vomnedbrytbart än av råproteinet i sojamjöl. Andra året hade kalvar som utfodrats med 60 % ensilage en lägre konsumtion och tillväxt men ett högre NDF-intag i procent av kroppsvikten än de båda andra behandlingarna. Det var dock ingen skillnad i fodereffektivitet mellan behandlingarna (tabell 5).

Tabell 3. Medelkonsumtion per dag av enskilda fodermedel för kalvar år 1 som åt klöverensilage med 0,2 (LågR) respektive 0,5 (HögR) kg kallpressad rapskaka, sojamjöl, samt för kalvar år 2 som åt 40, 50 respektive 60 % klöverensilage med rapskaka och åkerböna

	År 1			År 2		
	LågR	HögR	Sojamjöl	40 % Klöverens.	50 % Klöverens.	60 % Klöverens.
Ensilage, kg ts	0,66	1,38	2,72			
Klöverensilage, kg ts	2,65	1,89		2,36	2,92	3,25
Korn, kg	0,54	1,46	2,17	2,38	1,91	1,29
Rapskaka, kg	0,20	0,46		0,72	0,62	0,50
Sojamjöl, kg			0,53			
Åkerböna, kg				0,72	0,62	0,50
<i>Ts totalt</i>	<i>3,95</i>	<i>4,94</i>	<i>4,99</i>	<i>5,64</i>	<i>5,62</i>	<i>5,22</i>

Tabell 4. Medelvärden över kalvarnas foderintag och tillväxt, år 1

	Klöverens. Låg raps	Klöverens. Hög raps	Sojamjöl	SEM	<i>P</i>
Ts-intag (kg dag ⁻¹)	4,0 ^a	4,9 ^b	5,0 ^b	0,14	***
Ts-intag (% av kroppsvikt)	3,1 ^a	3,0 ^a	2,8 ^b	0,05	**
Dagligt NDF-intag (kg)	1,5 ^a	1,7 ^b	1,8 ^b	0,05	**
Dagligt NDF-intag (% av kroppsvikt)	1,11 ^a	1,03 ^b	0,97 ^c	0,02	***
Dagligt energi-intag (MJ)	46 ^a	61 ^b	63 ^b	1,8	***
Dagligt protein-intag (g råprotein)	581 ^a	722 ^b	778 ^b	22	***
Tillväxt (kg/dag)	0,72 ^a	1,15 ^b	1,28 ^c	0,04	***
Tillväxt (g/MJ)	16 ^a	19 ^b	20 ^c	0,3	***

^{a,b,c} Medelvärden med olika bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant åt ($P < 0,05$). ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Tyvärr blev råproteininnehållet i klöverensilaget inte så högt som vi hade önskat år 1. Med en klövervall med ett högre proteininnehåll bör man kunna nå en god tillväxt med mindre mängder proteinfodermedel som raps och/eller åkerböna. Detta visade sig andra året, då proteininnehållet i ensilaget var högre än år 1 (tabell 1) och alla kalvar i studien hade en god tillväxt. Dock är det tveksamt att utfodra unga kalvar med enbart korn och klöverensilage då deras tillväxt och hälsa kan påverkas negativt. En förklaring till den goda tillväxten hos kalvarna som fick HögR, 40 och 50 % ensilage kan vara att det fanns tillräckligt med energi tillgängligt i foderstaten samtidigt som proteinnedbrytningen skedde. Det vomnedbrytbara proteinet kunde då utnyttjas effektivt för

att bygga upp mikrobprotein som kalvarna sedan kunde utnyttja för sin tillväxt (Børsting *et al.*, 2003).

Tabell 5. Medelvärden över kalvarnas foderintag och tillväxt, år 2

	40 % Klöverens.	50 % Klöverens.	60 % Klöverens.	SEM	P
Ts-intag (kg dag ⁻¹)	5,6 ^a	5,6 ^a	5,2 ^b	0,66	***
Ts-intag (% av kroppsvikt)	3,0 ^a	3,0 ^a	2,9 ^b	0,03	*
Dagligt NDF-intag (kg)	1,9 ^b	2,0 ^a	2,0 ^a	0,02	***
Dagligt NDF-intag (% av kroppsvikt)	1,00 ^c	1,08 ^b	1,12 ^a	0,01	***
Dagligt energi-intag (MJ)	71 ^a	69 ^a	62 ^b	0,8	***
Dagligt protein-intag (g råprotein)	953 ^a	951 ^a	893 ^b	11	**
Tillväxt (kg dag ⁻¹)	1,40 ^a	1,35 ^{a(b)}	1,22 ^b	0,05	*
Tillväxt (g per MJ)	19,8	19,7	19,6	0,2	NS

^{a,b} Medelvärden med olika bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant åt ($P < 0,05$). * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; NS = inte signifikant.

Alternativet LågR hade klart lägst lönsamhet på grund av låg kalvtillväxt (812 och 1 010 kr/kalv för konventionell respektive ekologisk produktion). Sojamjölalternativet hade bäst lönsamhet i grundkalkylen främst tack vare högst kalvtillväxt (1 754 och 1 759 kr/kalv för konventionell respektive ekologisk produktion) medan alternativet med HögR hade en något lägre lönsamhet (1 618 respektive 1 685 kr/kalv). Vid högre köttpriser och därmed högre värde per kg kalvtillväxt ökar sojamjölalternativets konkurrenskraft ytterligare. Men om värdet på kalvtillväxten är under 12 kr/kg får alternativet HögR högre lönsamhet än sojamjölalternativet. Också om priset på konventionellt och ekologiskt sojamjöl ökar till över 6,50 respektive 8 kr/kg blir HögR lönsammare än sojamjölalternativet om grundkalkylens priser i övrigt gäller. Också vid priser på konventionell rapskaka under 1 kr/kg och på ekologisk rapskaka under 4,80 kr/kg blir HögR lönsammare än sojamjölalternativet om grundkalkylens priser i övrigt gäller. Sojamjölalternativet förbrukade mera korn men mindre ensilage än de övriga alternativen. Vid högt kornpris och lågt ensilagepris kan därför HögR konkurrera bättre med sojaalternativet. Vid konventionell produktion med 2 kr/kg korn och 1 kr/kg ensilage har de båda foderstaterna samma lönsamhet. Samma sak gäller vid ekologisk produktion med 2,50 kr/kg korn och 1 kr/kg ensilage. Vid ännu högre kornpris och ännu lägre ensilagepris blir HögR lönsammast.

Referenser

- Børsting C.F., Kristensen T., Misciattelli L. och Hvelplund T. (2003) Reducing nitrogen surplus from dairy farms. Effects of feeding and management. *Livestock Production Science* 83, 165–178.
- Dewhurst R.J., Delaby L., Moloney A., Boland B. och Lewis E. (2009) Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 48, 167–187.
- KRAV. (2012) KRAV-regler för certifierad produktion. KRAV ekonomisk förening, Uppsala.
- SAS. (2010) User's Guide. Release 9.3 Ed. Cary, NC, USA. SAS Institute Inc.
- SLU:s områdeskalkyler och Databok. (2013) <http://www.agriwise.org/>.
- Spörndly R. (2003) Fodertabeller för idisslare 2003. *Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för husdjurens utfodring och vård. Rapport* 257. Uppsala.
- Strid I. (2010) Greenhouse gas emissions from five Swedish Dairy cow feed rations – Is locally produced feed better? Proc. of NJF Seminar 430, 4–6 May, Uppsala, Sweden, s. 84.

Behöver vi veta hur mycket korna vill äta?

S.J. Krizsan¹, A. Sairanen², A. Höjer¹ och P. Huhtanen¹

¹Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå, Sverige

²MTT Agrifood Research Finland, North Savo Research Station, Maaninka, Finland

Korrespondens: sophie.krizsan@slu.se

Sammanfattning

I det här projektet ville vi ta reda på vilken nordisk modell som fungerar bäst för att skatta konsumtionen till mjölkkor under olika förhållanden och hur skattningsfelet av foderkonsumtionen påverkades av mjölkavkastningen som modellvariabel. Det ekonomiska utbytet i mjölkproduktionen gynnas av en hög andel vallfoder med högt energiinnehåll. Det är därför viktigt att den totala konsumtionen bedöms korrekt i foderstaten till högvakastande djur. Totalt användes 2 161 stycken individobservationer från 24 försök i utvärderingen av de två nordiska konsumtionsmodellerna. NorFor:s konsumtionsmodell för mjölkkor överskattade den totala konsumtionen framförallt vid höga foderintag. Den finska modellen gav minst skattningsfel och var mer robust med hänsyn till retro- eller prospektiva skattningar med hänsyn till olika former av mjölkavkastningen som modell input. Detta bekräftar att en standardiserad mjölkavkastning bättre reflekterar kons potentiella mjölkavkastning oberoende av foderstatens sammansättning. Genom att använda observerad mjölkavkastning i konsumtionsskattningar kan vi introducera stora felskattningar med produktionsbortfall till följd om den aktuella foderstatens sammansättning begränsar dagens konsumtion och mjölkproduktion.

Introduktion

Hur mycket en ko klarar av eller vill äta är det som har allra störst betydelse för hur mycket mjölk hon kommer att klara av att producera. För att skatta mjölkornas konsumtion används ofta både djur- och foderrelaterade faktorer i olika modeller. Den aktuella mjölkavkastningen hos en ko är alltid en konsekvens av laktationsstadium, genetisk potential och foderstatens sammansättning. Olika fodervärderingssystem använder lite olika uttryck för att skatta foderstatens effekt på konsumtionen. I systemet NorFor, som används av rådgivningstjänsten i Sverige, Norge, Danmark och Island, pratar man om fodrets fyllnadsvärde och att konsumtionen begränsas utifrån kons intagskapacitet när foderintaget uttrycks i fyllnadsenheter. Kraftfoder har konstant fyllnadsvärde, medan grovfodrets fyllnadsvärde beräknas utifrån fiberkoncentrationen, smältbarheten och ensilagens jäsningskvalitet (Volden *et al.*, 2011). I Finland tar man i tillägg till dessa faktorer också hänsyn till positiva och negativa samspelseffekter av att utfodra flera olika grovfoder i foderstaten. Det finska fodervärderingssystemet Lypsikki skattar en ökning i konsumtionen med ökande andel baljväxter i ensilaget och att utfodra med ensilage skördat från återväxten av vallen förväntas minska den totala konsumtionen av grovfoder. Konsumtionen ökar också i det finska systemet om helsädesensilage blandas in i foderstaten, men i betydligt mindre grad än jämfört med baljväxter. Maximal ökning av konsumtionen uppnås när gräsensilage och helsädesensilage blandas i lika andelar i foderstaten mätt på torrsubstans basis. Annars korregerar båda systemen för kraftfodrets påverkan på grovfoderkonsumtionen, men det finska systemet tar också specifikt hänsyn till effekten av innehållet av protein, fiber och fett i kraftfodret på konsumtionen (Huhtanen *et al.*, 2011).

Foderintaget i NorFor optimeras genom att sätta fodrets fyllnadsvärde lika med kons intagskapacitet samtidigt som kons energibehov är täckt i foderstaten. Intagskapacitet i NorFor skattas utifrån var i laktationen kon befinner sig, levandevikten och mjölkavkastningen. Till ekvationen lägger man sedan en korrigering för ras och stallsystem (Volden *et al.*, 2011). I Finland använder man en så kallad standardiserad mjölkavkastning i skattningen av konsumtionen förutom laktationsstadium och levandevikt i tillägg till foderbundna faktorer. Standardiseringen betyder helt enkelt att man korregerar den dagsaktuella mjölkavkastningen likvärdigt för alla kor så att den motsvarar en mjölkproduktion i mitten av laktationen (150 dagar) för en och samma standard foderstat. Detta antar man skall återspegla kons genetiska potential till att producera mjölk utan att foderstaten påverkar avkastningsresultatet (Huhtanen *et al.*, 2011).

I det här projektet ville vi utvärdera de nordiska modellerna som används för att skatta konsumtionen till mjölkkor och också närmare studera hur skattningsfelet av foderkonsumtionen påverkades av mjölkavkastningen som modellvariabel i konsumtionsmodellerna.

Material och metoder

Datamaterialet som samlades in för utvärderingen bestod av 2 161 stycken individobservationer från 24 change-over försök genomförda i Danmark, Finland, Norge och Sverige. I change-over försök görs en jämförelse mellan alla experimentella behandlingar inom varje individ som ingår i försöket. Totalt ingick det 575 kor som utfodrades med 179 olika foderstater i datamaterialet. För att ett experiment skulle tas med i analysen krävdes att korna hade fri tillgång till grovfoder eller fullfoderblandning, de skulle vara lakterande och det skulle finnas uppgifter från varje ko i varje period för de parametrar i konsumtionsmodellerna som var djurrelaterade (t.ex. foderintag, vikt, avkastning, förstakalvare eller äldre) och foderrelaterade (t.ex. första skörd eller återväxt av vallen, andelen baljväxter och helsäd i foderstaten, kemisksammansättning, ensilagens jäsningskvalitet). De olika grovfodren som utfodrats i försöken var hö, ensilage av gräs, baljväxter (röd- och vitklöver samt käringtand), helsäd (korn och vete), majs, och blandningar av gräs och röd-klöver. Kraftfoder utfodrades antingen i form av fullfoderblandning ($n = 8$), separat ($n = 14$) eller både och ($n = 2$), och varierade både i sammansättning och i mängd mellan försöken.

Konsumtionsmodellerna värderades med hjälp av mixad regression- och residualanalys. I tillägg värderades modellerna utifrån det totala skattningsfelet när nya foderdata kombinerades med den aktuella mjölkavkastningen (1), djurdata från inledande perioder i försöken användes i kombination med nya foderdata för att förutse konsumtionen i den kommande perioden med den nya foderstaten (2) eller med en för hela försöket genomsnittlig mjölkavkastning (3).

Resultat och diskussion

Medelvärde och minsta samt största värde för foderstatens sammansättning och produktionsparametrar i det insamlade datamaterialet ges i tabell 1. I tabell 2 presenteras det totala skattningsfelet (RMSPE) och väntevärdesriktigheten av skattningen när mjölkavkastningen som modellvariabel användes på de tre olika sätten i båda modellerna. Felet har delats upp i systematiska fel (nivå och lutning) samt slumpmässigt fel (slump) i tabell 2. Genom att använda djurdata från inledande perioder i försöken i kombination med nya foderdata (2) förutses konsumtionen i den kommande perioden med den nya foderstaten. Detta är en situation som närmare återspeglar en rådgivares situation än retrospektiva skattningsanalyser (1) som ofta presenteras vid utvärderin-

gar av modeller. Genom att använda en för hela försöket genomsnittlig mjölkavkastning kombinerat med nya foderdata (3) ville vi se hur bra de olika konsumtionsmodellerna hanterade förändringar i foderstatens sammansättning.

Tabell 1. Beskrivning av det insamlade datamaterialet ($n = 2\,116$)

	Medel	Minimum	Maximum
<i>Intag torrsustans (kg/dag)</i>			
Grovfoder	12,7	4,1	23,0
Kraftfoder	8,3	2,5	16,5
Totalt	21,1	10,4	30,8
<i>Grovfodrets sammansättning (g/kg ts)</i>			
Torrsustans (g/kg)	277	37	863
Råprotein	149	80	272
NDF	540	292	659
D-värde ¹	674	588	757
Totala syror ²	68	0	149
NH ₃ -N (g/kg total-N)	63	12	137
<i>Kraftfodrets sammansättning (g/kg ts)</i>			
Råprotein	186	108	299
NDF	254	162	396
Fett	48	23	125
<i>Foderstatens sammansättning (g/kg ts)</i>			
Råprotein	164	110	251
NDF	428	277	563
AAT	94,7	78,0	112
<i>Produktionsparametrar</i>			
Dagar efter kalvning	134	35	364
Mjölkavkastning (kg/d)	29,6	8,4	51,1
Fett (g/kg)	42,2	25,8	66,6
Protein (g/kg)	34,7	22,9	65,0
Levande vikt (kg)	612	443	850

¹D-värde = koncentrationen av smältbar organisk substans/kg ts.

²Totala syror = koncentrationen av mjölksyra + ättiksyra + propionsyra + smörsyra.

Tabell 2. Bias och skattningsfel i retro- (1) eller prospektiva (2) skattningar med hänsyn till mjölkavkastningen som modellinput eller när genomsnittlig mjölkavkastning från hela försöket kombinerades med nya foderdata (3; $n = 1\,561$) i de två konsumtionsmodellerna¹

Modellreferens		Nivå bias	P-värde	Lutnings-bias	P-värde	RMSPE ²	Fel distribution		
							Nivå	Lutning	Slump
Volden <i>et al.</i> (2011)	(1)	-0,60	<0,01	-0,24	<0,01	2,03	0,088	0,105	0,806
	(2)	-0,80	<0,01	-0,31	<0,01	2,27	0,125	0,143	0,732
	(3)	-0,71	<0,01	-0,26	<0,01	2,15	0,110	0,111	0,779
Huhtanen <i>et al.</i> (2011)	(1)	0,83	<0,01	0,00	0,62	1,62	0,260	0,000	0,740
	(2)	0,88	<0,01	-0,08	0,62	1,75	0,250	0,017	0,734
	(3)	0,83	<0,01	-0,01	0,81	1,64	0,253	0,000	0,746

¹Se texten för närmare förklaring av de olika kombinationerna av mjölkavkastning och foderdata som modellinput.

²RMSPE = root mean squared prediction error uttryckt i kg/d.

En negativ nivå bias innebär att modellen generellt överskattar konsumtionen och är den positiv innebär det istället att modellen generellt underskattar konsumtionen. Lutnings/bias säger i gengäld något om hur modellens skattningsförmåga förändras beroende på om det är ett lågt eller

högt foderintag som skall predikteras. Det mest aktuella resultatet för lantbrukare och rådgivare i Sverige var att resultatet av den tidigare valideringen av NorFor bekräftades (Krizsan *et al.* 2012). Det vill säga modellen NorFor för mjölkkor överskattade den totala konsumtionen framförallt vid höga foderintag (tabell 2). Vidare gav den finska modellen minst skattningsfel och var mest robust med hänsyn till retro- eller prospektiva skattningar med hänsyn till olika former för mjölkavkastningen som modell input. Detta bekräftar att en standardiserad mjölkavkastning bättre reflekterar kons potentiella mjölkavkastning oberoende av foderstatens sammansättning. Liksom registreringar av daglig tillväxt är svåra att använda i praktiken i skattningar av konsumtionen för växande ungnöt (Huuskonen *et al.*, 2013), är den registrerade mjölkproduktionen till stor del en konsekvens av kornas aktuella foderstat. Genom att använda mjölkavkastningen i konsumtionsskattningar kan vi därmed introducera stora felskattningar med produktionsbortfall till följd om den aktuella foderstatens sammansättning begränsar dagens konsumtion och mjölkproduktion. Detta åskådliggjordes i våra resultat eftersom det var mindre variation i det totala felet med den finska modellen i de olika skattningarna (tabell 2). Tanken med den typen av optimering som i NorFor:s konsumtionsskattningar är bland annat att särskilja effekterna av fodret och djurbundna faktorer från varandra. Men eftersom man baserar sig på en tradition att planera utfodringen av mjölkkor på individnivå och använder den aktuella dagsavkastningen för att skatta foderintaget klarar man inte att härleda om huruvida det är kons genetiska potential att producera mjölk eller den aktuella foderstaten som begränsar produktionen.

Referenser

- Huhtanen P., Rinne M., Mäntysaari P. och Nousiainen J. (2011) Integration of the effects of animal and dietary factors on total dry matter intake of dairy cows fed silage-based diets. *Animal* 5, 691–702.
- Huuskonen A., Huhtanen P. och Joki-Tokola E. (2013) The development of a model to predict feed intake by growing cattle. *Livestock Science* 158, 74–83.
- Krizsan S.J., Hetta M. och Huhtanen P. (2012) Öka utnyttjandet av grovfoder med bättre förutsägelse av foderintaget. I: Grovfoderkonferensen 2012. *Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå. Rapport 1*, 6–7.
- MTT. (2012) Feed tables and nutrient requirements. MTT Agrifood Research Finland. Jokioinen, Finland. [citerad 01.09.2013]. Tillgänglig på: www.mtt.fi/feedtables
- Volden H., Nielsen N.I., Åkerlind M., Larsen M., Havrevoll Ø. och Rygh A.J. (2011) Prediction of voluntary feed intake. I: H. Volden (red) *NorFor – the Nordic feed evaluation system*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, s. 113–132.

Sorter av rødkløver – er de tetraploide overvurderte?

L. Nesheim og A. Langerud

Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar, Stjørdal, Norge

lars.nesheim@bioforsk.no

Sammendrag

Resultater fra verdiprøving av rødkløversorter i renbestand i tre perioder (2005–2009, 2007–2011 og 2009–2013) er presentert og diskutert med hensyn til produksjon og overvintring i tredje engår. Forskjellene mellom diploide og tetraploide sorter var ikke entydige i de ulike prøveperiodene. Men særlig i Nord-Norge og i fjellbygdene var ofte dekning om våren og kløverinnhold høyest for de tetraploide sortene. Resultater fra veiledningsprøving av rødkløver i blanding med grasartene timotei og engsvingel tyder derimot ikke på at tetraploide sorter av rødkløver har høyere produksjon og bedre og overvintringsevne enn diploide sorter. Ut i fra denne gjennomgangen av forsøksresultat kan en konkludere med at de tetraploide sortene av rødkløver er overvurderte.

Innledning

Det er ønskelig å ha en viss mengde kløver i eng og beite. Kløver har høy fôrkvalitet, og særlig god mineralbalanse. Ved fri tilgang kan fôropptaket til mjølkekyr bli høyere om rødkløver er med i blandingen. Kløver kan også binde nitrogen i fra lufta, i symbiose med bakterieknoller, og en kan således redusere nitrogengjødslinga vesentlig om det er mye kløver i grasmarka.

Rødkløversortene kan deles inn i to typer. Tetraploide sorter (fire kromosomsett i cellene) har noe kraftigere vekst og kan ha bedre overvintringsevne og produksjonspotensial enn diploide sorter (to kromosomsett). Men ulempen er at frøavlsegenskapene til tetraploide sorter vanligvis er dårligere enn hos diploide sorter. Og det er årsaken til at frøfirma stort sett satser på å selge diploide sorter. Av tetraploid rødkløver er det bare Reipo som er i handelen i Norge. Men flere tetraploide sorter er tatt inn på den norske sortslista. Frøfirmaene venter trolig på dokumentasjon av frøavlsegenskapene før de tar stilling til eventuell oppformering og markedsføring.

Delvis basert på resultater fra verdiprøving blir det av og til hevdet at tetraploide sorter av rødkløver er mer produktive og varige enn de diploide, og at det gjelder særlig i Nord-Norge og i fjellbygdene i Sør-Norge. Men i verdiprøvinga blir sortene dyrket i renbestand, og det er et viktig spørsmål om dette er gjeldende også når rødkløversortene blir sådd sammen med grasarter. I denne artikkelen har vi sett på resultater i fra verdiprøvinga av rødkløver som ble avsluttet i 2009, 2011 og i 2013. Og de resultatene er sammenlignet med resultater fra veiledningsprøving i årene 2009–2013 der sortene er testet i blanding med grasarter.

Material og metoder

I Halling *et al.* (2013) er det gitt en kort beskrivelse av omfang og metodikk for den norske verdiprøvingen av fôrvekster. For de fleste flerårige artene, inkludert rødkløver, blir sortene sådd i renbestand i to etterfølgende år på fire steder i Sør-Norge og på ett sted i fjellbygdene og ett sted i Nord-Norge. Prøvesortene blir alltid sammenlignet med 2–3 godkjente referansesorter. Feltene blir høstet i tre engår. I denne artikkelen er det tatt med resultater fra verdiprøving av rødkløver

som ble avsluttet i 2009, 2011 og 2013 (Molteberg og Enger, 2010; Nesheim og Langerud, 2012; 2014).

Veiledningsprøving av sorter av fôrvekster er finansiert av Landbruks- og Matdepartementet, og formålet er å få kunnskap om dyrkingsegenskapene til aktuelle sorter i ulike regioner. I denne artikkelen er det tatt med resultater fra veiledningsprøving av rødkløversorter. Fire sorter ble sådd i blanding med sørlige sorter av grasarter (Grindstad timotei, Fure engsvingel) eller nordlige sorter (Vega timotei, Norild engsvingel). Det ble sådd 10 eller 30 % kløver. Viste resultat er gjennomsnitt av de to såmengdene. Forsøksfeltene ble gjødslet med 50–60 % av anbefalt mengde nitrogen til eng uten kløver.

Resultat og diskusjon

I tabell 1 er det vist totalavling (sum av 2–3 slåtter), prosent dekning om våren og prosent kløver i første slått for tre tetraploide (4x) og tre diploide (2x) sorter. Fordi formålet er å se om overvintringsevne og varighet er forskjellig for ulike typer rødkløver har vi valgt kun resultater fra tredje engår. Sortene Reipo og Lea er i handelen nå, mens Betty og Bjursele er tilgjengelige av og til. Sorten Lars ble godkjent i 2012 mens LøRk0499 ble anbefalt godkjent, men den er enda ikke på sortslista. I Nord-Norge (ett felt på Holt) og i fjellbygdene (to felt på Løken) gav de tetraploide sortene vel 1 tonn høyere avling enn de diploide, men i Sør-Norge var de ingen sikker avlingsforskjell mellom gruppene. Den tetraploide sorten Lars hadde større avling i tredje engår enn den diploide Lea. I Sør-Norge hadde to av tre diploide sorter dårligere dekning om våren og lågere innhold av kløver enn de tetraploide sortene. I Nord-Norge var det klart bedre dekning og mer kløver der det var sådd tetraploide sorter.

Tabell 1. Verdiprøving av rødkløver avslutta i 2009. Total tørrstoffavling, prosent dekning om våren og prosent kløver i første slått i tredje engår, for åtte felt i Sør-Norge og tre felt i Nord-Norge og fjellbygdene i Sør-Norge

	S-Norge (8 felt)			N-Norge og fjellbygdene i sør (3 felt)		
	Avling t ts/ha	% dekning vår	% kløver 1. sl.	Avling t ts/ha	% dekning vår	% kløver 1. sl.
Reipo 4x	5 580	59	69	6 490	23	71
Lars 4x	5 930	60	71	7 170	47	91
Betty 4x	5 440	62	66	6 380	42	88
LøRk0499 2x	5 820	52	61	5 320	13	37
Lea 2x	5 460	60	67	6 010	15	65
Bjursele 2x	4 900	52	59	5 450	12	57
LSD _{0,10}	450	8	8	870	8	14

Fra en tilsvarende prøving avsluttet i 2011 er det også tatt med tre sorter av hver type (tabell 2). I Sør-Norge var det størst avling av den tetraploide sorten LøRk9742 (anbefalt godkjent) og den og Betty hadde høyest prosent kløver i første slått. Den tetraploide sorten Lasang ble godkjent i 2013. I feltene i Nord-Norge (ett felt på Holt) og i fjellbygdene (to felt på Løken) var det stor variasjon, og forskjellene i avling og kløverinnhold var således ikke statistisk sikre. Men dekning om våren var klart dårligere for de diploide sortene.

Tabell 2. Verdiprøving av rødkløver avsluttet i 2011. Total tørrstoffavling, prosent dekning om våren og prosent kløver i første slått i tredje engår, for seks felt i Sør-Norge og tre felt i Nord-Norge og fjellbygdene i Sør-Norge

	S-Norge (6 felt)			N-Norge og fjellbygdene i sør (3 felt)		
	Avling t ts/ha	% dekning vår	% kløver 1. sl.	Avling t ts/ha	% dekning vår	% kløver 1. sl.
Reipo 4x	5 620	46	54	6 750	28	79
Lasang 4x	5 300	47	47	7 130	27	89
LøRk9742 4x	6 170	57	60	6 400	40	86
Betty 4x	6 050	63	62	6 610	48	92
Lea 2x	5 770	51	55	6 520	23	79
Bjursele 2x	5 420	45	50	5 960	18	79
LSD _{0,10}	450	8	8	-	9	-

Resultater fra verdiprøving avsluttet i 2013 er vist i tabell 3. Den tetraploide sorten Betty var klart bedre enn de andre sortene i Sør-Norge. Også i fjellbygdene var Betty best, men forskjellene var noe mindre og ikke alltid statistisk sikre. Feltene i Nord-Norge ble avsluttet i 1. og 2. engår på grunn av skader.

Tabell 3. Verdiprøving av rødkløver avsluttet i 2013. Total tørrstoffavling, prosent dekning om våren og prosent kløver i første slått i tredje engår, for seks felt i Sør-Norge og to felt i fjellbygdene i Sør-Norge

	S-Norge (6 felt)			Fjellbygdene i sør (2 felt)		
	Avling kg ts/ha	% dekning vår	% kløver 1. sl.	Avling t ts/ha	% dekning vår	% kløver 1. sl.
Reipo 4x	4 350	34	46	4 930	39	50
Lasse 4x	4 410	36	45	5 110	36	53
Betty 4x	5 320	53	61	5 340	51	61
Lea 2x	4 570	34	48	3 700	24	52
Bjursele 2x	4 510	37	44	3 990	28	52
LøRk0389 2x	4 710	40	51	4 890	42	54
LSD _{0,10}	370	8	8	1 030	12	-

Fra veiledningsprøving av rødkløversorter i blanding med gras er det tatt med resultat av 11 felt i tredje engår (tabell 4). Av feltene med sørlige sorter av gras låg ett felt i Østfold og fem felt i Trøndelag. Ett felt med nordlige grassorter var plassert på Helgeland, mens de andre fire feltene låg i høyere liggende distrikt i Sør-Norge. Det var ingen avlingsforskjeller mellom de tre tetraploide og den ene diploide sorten. Det var lite kløver i begge slåttene. For gruppen felt med sørlige grassorter var det minst kløver i første slått der det var sådd tetraploid Lasse. Der det var sådd nordlige grassorter var det klart mindre kløver i begge slåttene på ruter med Lasse. I første slått var også innholdet av den diploide Lea klart høyere.

Tabell 4. Totalavling (sum av 2–3 slåtter) og prosent kløver i første og andre slått i tredje engår, for 11 felt i veiledningsprøving. Kløversortene ble sådd sammen med sørlige eller nordlige sorter av timotei og engsvingel

Sort	Middel av seks felt i med sørlige grassorter			Middel av fem felt med nordlige grassorter		
	Totalavling t ts/ha	% kløver i 1. sl.	% kløver i 2. sl.	Totalavling t ts/ha	% kløver i 1. sl.	% kløver i 2. sl.
Lasse 4x	10 530	10	13	8 120	7	7
Lavine 4x	10 560	12	14	8 440	11	11
Reipo 4x	10 510	12	14	8 360	9	10
Lea 2x	10 640	13	15	8 230	13	11
LSD _{0,05}	-	2	-	-	3	3

Referanser

Halling M., Niskanen M., Jauhiainen L., Niemeläinen O., Nesheim L. and Thorvaldsson G. (2013) Data sources for model validation – variety testing data from Finland, Iceland, Norway and Sweden. NJF Report 9(1): 24–27.

Molteberg B. og Enger F. (2010) Resultater av offisiell verdiprøving i fôrvekster 2009. A. Sorter som er ferdig testet. *Bioforsk Rapport* 5 (32). 71 s.

Nesheim L. og Langerud A. (2012) Resultater av offisiell verdiprøving i fôrvekster 2011. A. Sorter som er ferdig testet. *Bioforsk Rapport* 7 (6). 100 s.

Nesheim L. og Langerud A. (2014) Resultater av offisiell verdiprøving i fôrvekster 2013. A. Sorter som er ferdig testet. *Bioforsk Rapport* 9 (1). 105 s.

Kamp mot tramp – En utvärdering av bark och armeringsmatta för att förebygga trampsador i grindöppningar

H. Nilsson¹, E. Spörndly¹ och E. Salomon²

¹Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Kungsängens forskningscentrum, Uppsala ²JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala

Korrespondens: eva.salomon@jti.se

Sammanfattning

Armeringsmatta och bark som åtgärd för att förebygga trampsador i grindhål till betesfällor jämfördes med kontrollfällor där ingen åtgärd genomfördes, i totalt nio fällor med tre fällor/försöksled. Vädret var mycket torrt under försöksåret. Resultaten visade att trampsadorna var begränsade i alla försöksled. Slutsatsen som kan dras är att under torra väderförhållanden behövs inga särskilda åtgärder. Utvärderingen av de olika försöksleden efter ett försöksår pekar dock på att armeringsmattan gav bäst skydd mot trampsador då försöksytorna med detta material var i stort sett opåverkade av kornas tramp. Anläggning av armeringsmatta är dock dyrt och det krävs att hållbarheten överstiger sju år för att det skall bli billigare än att använda bark.

Introduktion

Ett vanligt problem på mjölkgårdar är att drivningsgator, grindhål, ytor kring vattenråg och andra högt belastade ytor blir söndertrampade under betessäsongen. Detta kan bidra till problem som sänkt djurhälsa, försämrade mjölkvalité och dåligt fungerande kotrafik. De söndertrampade ytorna kan också orsaka jorderosion och näringsläckage. För att undvika denna typ av problem kan markstabiliserande material anläggas på dessa ytor. Detta examensarbete är en del av projektet Kamp mot tramp, ett projekt finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning. Projektet skall utvärdera anläggning, kostnad och funktion av två markstabiliserande material, bark och armeringsmatta, under två säsonger. Här rapporteras om resultatet från första betessäsongen.

Material och metoder

I försöket anlades bark och armeringsmattor på ytor av ca 6 x 6 m i grindhål till betesfällor för mjölkkor. Som kontroll ingick fällor med ytor där ingen åtgärd utförts. Fällor med likartade förhållanden och avstånd grupperades i tre block för att de skulle bli jämförbara med avseende på förväntat antalet passager och de tre behandlingarna (armeringsmatta, bark och kontroll) slumpades ut inom block. Totalt ingick nio fällor i försöket. Barken anlades i ett 25–30 cm djupt lager på geotextil. Armeringsmattan anlades på marken med en geotextil limmad på undersidan av mattan och ett lager kalkgrus på ytan. Försöksytorna utvärderades med ett gropindex och med en visuell utvärdering utifrån observationer och fotodokumentation. Ett lägre gropindex innebar en lägre förekomst av gropar på ytan. Dokumentationen utfördes en gång innan mjölkorna kom ut på bete på våren, tre gånger under pågående betessäsong samt en gång efter betessäsongens slut.

Antalet gånger en ko passerade över varje yta registrerades under hela säsongen. Vid slutet av betessäsongen varierade antalet passager i olika fällor mellan 2000–7000. En statistisk analys genomfördes för att studera sambandet mellan antal gropar på försöksytan och effekten av en rad

oberoende variabler. Viktiga faktorer som utvärderades med avseende på dess effekt på antalet gropar var bl.a. effekten av behandling (bark, armering och kontroll), block, antalet gånger en ko passerat över försöksytan samt nederbörd vid passage över försöksytan. Proceduren "mixed" i dataprogrammet SAS användes för den statistiska bearbetningen i en modell där gropindex utgjorde den beroende variabeln och där man inkluderade fälla som upprepad mätning i modellen.

Resultat och diskussion

Vid den statistiska analysen kunde man inte finna något statistiskt samband mellan antalet passager och antalet gropar mätt som gropindex, men man fann signifikanta skillnader mellan behandlingarna. Resultatet som redovisas i tabell 1 visade att ytorna med armeringsmatta hade ett signifikant lägre gropindex än både bark och kontroll samt att ytorna med bark hade ett signifikant högre gropindex än kontrolledet.

Tabell 1. Gropindex för samtliga tre behandlingar, minstakvadratmedelvärden med standardfel. Kontroll utgörs av en yta där inga markstabiliserande åtgärder utförts

Behandling	Gropindex	Standardfel
Kontroll	56 ^b	3,5
Armering	16 ^c	6,7
Bark	111 ^a	7,4

^{a, b, c} Medelvärden med olika bokstäver skiljer sig signifikant från varandra $p < 0,001$.

Resultaten från första säsongens visuella bedömning visade att skador som kunde kopplas till trampsador var begränsade på majoriteten av försöksytorna. Att skadorna och skillnaderna mellan försöksleden var små är troligen ett resultat av en sommar med mycket lite nederbörd.

Under de torra förhållanden som rådde första försöksåret tycktes kontrollytorna, där inga åtgärder utförts, klara sig bra från trampsador.

Två av tre fällor med bark klarade sig bra, dock krävs underhåll inför kommande säsong eftersom hela eller delar av barklagret måste bytas ut. En av de tre barkytorna uppvisade trampsador och mycket gropar efter betessäsongen. Denna yta var mer belastad av tramp än någon annan försöksyta vilket kan ha påverkat resultatet.

Armeringsmattan hade en något bättre verkan mot tramp än bark och kontroll, då påverkan från kornas tramp var liten och minimalt underhåll krävs inför kommande säsong. Armeringsmatta är dock en dyr investering och det krävs att hållbarheten överstiger sju år för att det skall bli billigare än att använda bark. Det finns idag inga kända studier om armeringsmattornas hållbarhet.

Referens

Nilsson H. (2014) Bark och armeringsmatta för att förebygga trampsador på betesytor hårt belastade av mjölkkor – en utvärdering. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Examensarbete, 465. Uppsala.

Billig och enkel bestämning av klöverhalt i vallförsök med hjälp av NIR-analys

A. Nyberg¹, B. Stenberg¹ och J. Jansson²

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för mark och miljö, Skara

²Hushållningssällskapet/Rådgivarna i Sjuhärads, Länghem

Korrespondens: anna.nyberg@slu.se

Sammanfattning

I projektet har vi utvecklat en metod där nära infraröd reflektans- (NIR-)spektroskopi används för bestämning av klöverandel i vall. Syftet var att hitta en metod som ersätter den tidskrävande manuella sorteringen som görs i vallförsök. I fältförsök gjordes botanisk analys genom manuell sortering, dessutom torkades och maldes proven för NIR-analys. En modell för att förutsäga klöverhalten kalibrerades och validerades mot oberoende försök med $R^2 = 0,88$ som resultat. Det genomsnittliga prediktionsfelet (RMSEP) blev 9,4 % klöver. Med kalibreringsmodellen som bas testades olika metoder att förbättra prediktionerna genom att förstärka kalibreringen med ett fåtal av valideringsproven. En av metoderna förbättrade valideringen till $R^2 = 0,92$ och RMSEP = 6,8 %. Denna metod kräver manuell sortering av tre prov per försök. Resultaten betecknas som tillfredställande och klöverandel kan bestämmas med hjälp av NIR-analys på prov som ändå analyseras med NIR för olika kvalitetsparametrar.

Introduktion

Syftet med projektet är att utveckla en metod där den NIR-analys som redan i dag görs på prover från vallförsök för fodervärdesbestämning, även skall kunna användas för bestämning av klöverhalt. Därigenom kan man komma ifrån tidsödande manuell sortering samtidigt som ingen extra analys behövs. Metoden är i första hand avsedd att användas för att göra utvärderingen av vallförsök mer kostnadseffektiv. För att efterlikna en verklig situation i så stor utsträckning som möjligt under de två år vi samlade in data använde vi en uppsättning försök till kalibreringen och en helt annan till validering. Under givna förutsättningar har alltså valideringen varit oberoende, men de två åren har varit representerade både i kalibrering och i validering.

Material och metoder

I vallförsök där en botanisk analys sker ledvis vid skördetillfälle (tabell 1) har de sorterade provena från den botaniska analysen samlats in. Dessa har sedan torkats och malts innan mätning av nära infraröd reflektans (NIR) utfördes med NIR-instrumentet FieldSpec Pro FR (ASDI, Boulder Colorado; www.asdi.com) utrustat med fiberoptik och en extern ljuskälla. Vid utvärdering av NIR-spektrumet användes våglängder mellan 971 och 2 500 nm. NIR-mätningar har utförts på de separata botaniska fraktionerna (851 st) samt på prover som har blandats på nytt för att återskapa den ursprungliga blandningen (330 st). Kalibreringar för att bestämma klöverandel har gjorts utifrån NIR-spektrum på kalibreringsproven i tabell 1 med partial least square (PLS) regression. I detta fall anpassar PLS empiriskt våglängderna tillklöverandel med en linjär modell. Kalibreringarna utfördes i programvaran Unscrambler 10.2 (Camo A/S, Oslo, (<http://www.camo.com>)). Statistiska begrepp som används i utvärderingen är: RMSEC= Root Mean Square Error of Calibration, RMSECV = Root Mean Square Error of Cross-Validation, RMSEP = Root Mean Square Error of Prediction och R^2 = Prediktionskoefficient.

Tabell 1. Vallförsök från vilka prover till den botaniska analysen och kemiska analysen samlades in. De botaniska proven är insamlade ledvis och de kemiska rutvis. Antal prov analyserade 2009 och 2010

				2009		2010
Serie	Försök	Region	Antal skördar	Bot. analys	Kem. analys	Bot. analys
Kalibreringsprov						
Projekt:*	Gårdsprover	Sjuhärad	3	43		
L6-4562	PS-107-2006	Långhem	3	30		
L6-472	H-12-2006	Kalmar	3	23	65	34
	PS-106-2006	Långhem	3	48	140	40
Valideringsprov						
L6-4429	4 olika försök		1	55		
RÅNU 10	Demo N-vall	Långhem	3			36
Totalt antal prover				220	205	110

*Kraftsamling växtodling: Botanisk sammansättning vall.

Olika metoder för att uppnå den bästa och mest kostnadseffektiva kalibrering för varje försök jämfördes. Grundmetoden bestod av kalibreringar med enbart kalibreringsproven i tabell 1. Den förutsätter en generell kalibrering som med tillräckligt hög upplösning representerar alla de typer av prov som kan komma att analyseras. Dessutom testades fyra likartade metoder (A–D) med syftet att förbättra kalibreringen genom att göra den mer anpassad för respektive försök. Ett fåtal prover togs från aktuellt försök och lades till kalibreringssetet. Detta gjordes för ett försök i taget och följaktligen fick varje försök sin unika kalibrering. I A och B valdes de 3 prov med högst, lägst respektive genomsnittlig klöverandel ut som det mättes med referensmetoden (A) och med grundkalibreringen (B). I C lades samma prover som i B till tio gånger för att öka deras betydelse i kalibreringen, dvs. de får tio gånger så stor vikt i kalibreringen och påverkar därmed den slutliga kalibreringsmodellen mer än utan viktning och förflyttar modellens centrum mot dessa prov. I D lades också samma prover som i B till, samt en klöverstege (0–100 % i 5 % steg) som blandades genom att vikta spektrum av rena klöver- och gräsprov från respektive försök.

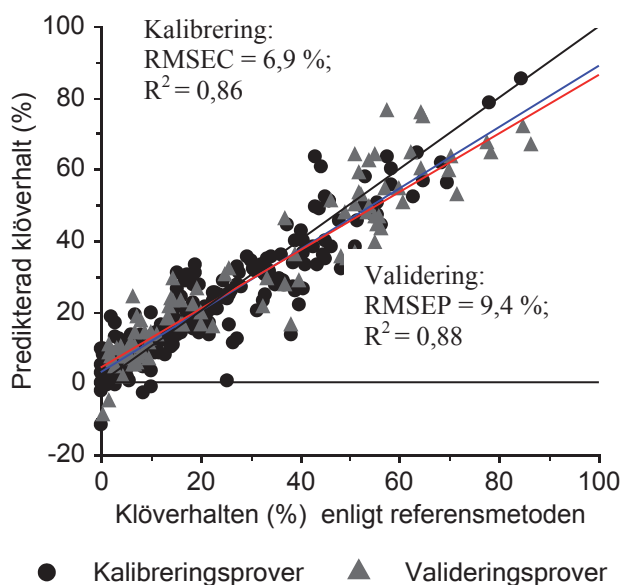
Resultat och diskussion

Resultaten var mycket lovande. Kalibreringar där NIR-spektrum relaterades till klöverandel med den generella PLS-modellen bestående av enbart kalibreringsproverna i tabell 1 validerades på helt oberoende prov och variationen i klöverandel i dessa kunde förklaras till 88 % ($R^2 = 0,88$; figur 1). Den genomsnittliga skillnaden mellan NIR-predikterad klöverhalt och den som mätts genom sortering och vägning var 9,4 % klöver (RMSEP = 9,4 %). I metoderna A-D där ett fåtal prover från respektive valideringsförsök fick förstärka kalibreringen och göra den mer representativ gjordes prediktioner för varje försök och skörd för sig. Resultaten redovisas i tabell 4. Bäst var metod C med de uppviktade försöksspecifika referensproven tillagda. Genom metod C, där så få som tre prov från respektive valideringsförsök användes för att förstärka kalibreringen kunde förklaringsgraden av variationerna i klöverandel förbättras till 92 % ($R^2 = 0,92$) och ett RMSEP på 6,8 % (figur 2 och tabell 2). Eftersom NIR-analysen i normalfallet inte medför något merarbete innebär eftergiften att fortfarande sortera tre prov per försök och skörd ändå en påtaglig arbetsbesparing. De prov som sorteras bör användas för att förstärka databasen och framtida kalibreringar.

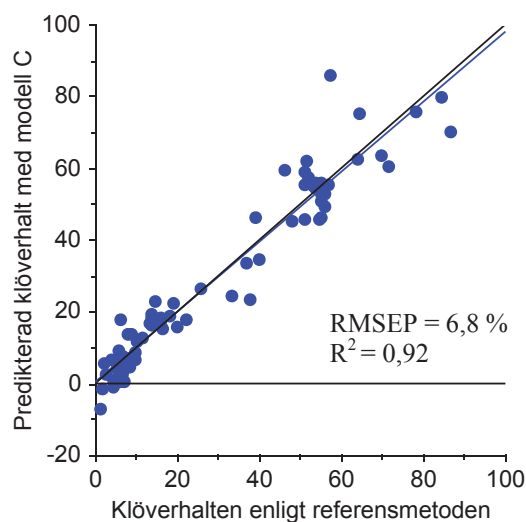
Tabell 2. Valideringsresultaten av metoderna A–D, sammanslagna resultat för samtliga försök och skördar med metoderna A–D, samt resultaten för den generella kalibreringen som jämförelse

Metod	A	B	C	D	Generella PLS-modellen
RMSEP (% klöver)	8	8	6,8	8,5	9,4
R ²	0,89	0,89	0,92	0,88	0,88

Det övergripande resultatet från studien är att förutsättningarna att bestämma klöverhalt via NIR-analys från ett torkat och malt prov är mycket goda. Till skillnad från tidigare studier (Wachendorf *et al.*, 1999; Locher *et al.*, 2005; Post *et al.*, 2007) har vi här validerat NIR-kalibreringarna med prover från helt andra försök och andra gårdar än kalibreringsproven och de kan i den meningen betraktas som helt oberoende. Detta ger resultaten en stor tillförlitlighet. Det bör dock observeras att kalibrerings- och valideringsprov härstammar från samma år och från ett relativt litet antal försök och platser. Ytterligare validering är därför att rekommendera, särskilt för den generella kalibreringen. Våra resultat visade också att en genomsnittlig förbättring kunde uppnås genom att förstärka den generella kalibreringen med så få som tre väl valda prov från respektive försök om dessa viktades upp 10 gånger. Förbättringen var dock ojämnh mellan valideringsförsöken. I några fall mer än halverades prediktionsfelen medan det i andra fall inte hade någon effekt alls. Det finns anledning att misstänka att när ytterligare variation i form av årsmån förs in så kommer denna typ av lokalt förstärkta kalibreringar att vara robustare, men detta återstår att undersöka.



Figur 1. Klöverhalten med referensmetoden jämfört med den predikterade klöverhalten i den generella PLS-modellen.



Figur 2. Klöverhalten i valideringsproven predikterad med metod C.

Även om de förstärkta kalibreringarna innebär att botanisk sammansättning från några prov från varje nytt försök fortfarande måste analyseras manuellt och att prediktionsförfarandet blir något mer komplicerat kommer tidsvinsten ändå att vara mycket stor. Förstärkningsproven bör dessutom efterhand inkluderas i den generella kalibreringen och med tiden kommer denna att bli mer och mer robust. På sikt kan det innebära att det årliga antalet manuella prover kan reduceras.

Uttagning och sortering av botaniska analyser i odlingstekniska fältförsök är tidsödande och kostnadskrävande. Av denna anledning sker den botaniska analysen ibland endast ledvis. En stor fördel med att NIR-metoden är att den ger bättre förutsättningar att bestämma klöverhalten rutvis, och inte bara ledvis, i och med att prover för kemisk analys analyseras rutvis och att flera av de kemiska analyser som görs utförs genom NIR-analys. Det innebär att NIR-analysen inte innebär någon extra kostnad.

Möjligheterna att få en bra klöverbestämning med NIR-modellen som med många av de idag använda metoderna ser lovande ut. Svårigheterna ligger i att få metoden accepterad och att de som utför analyserna anammar modellen. Proverna finns lagrade och referensanalyser finns tillgängliga så att nya mätningar med ett annat NIR-instrument kan utföras. Rekommendationen är att de laboratorier som utför kemiska vallanalyser med NIR-teknik analyserar proven. Den oberoende validering vi gjort visar att dessa prov (200–300 st) bör utgöra en mycket bra utgångspunkt för en användbar kalibrering.

Referenser

- Locher F., Heuwinkel H., Gutser R. och Schmidhalter U. (2005) The legume content in multispecies mixtures as estimated with near infrared reflectance spectroscopy: method validation. *Agron J.* 97, 18–25.
- Post C.J., DeGloria S.D., Cherney J.H. och Mikhailova E.A. (2007) Spectral measurements of alfalfa/grass fields related to forage properties and species composition. *Journal of plant nutrition* 30, 1779–1789.
- Wachendorf M., Ingwersen B. och Taube F. (1999) Prediction of the clover content of red clover- and white clover-grass mixtures by near-infrared reflectance spectroscopy. *Grass and forage science* 54:1, 87–90.

Lönsamhet inom ekologisk och konventionell mjölkproduktion med olika andelar ensilage av hög kvalitet i foderstaten

M. Patel¹, E. Wredle¹, E. Spörndly¹, J. Bertilsson¹ och K.-I. Kumm²

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

²Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

Korrespondens: mikaela.patel@slu.se

Sammanfattning

Beräkningar av lönsamhet har gjorts utifrån mjölkavkastning och foderåtgång i ett utfodringsexperiment där korna fick olika andelar ensilage i foderstaten. I beräkningarna gavs olika förutsättningar såsom: ekologisk eller konventionell produktion, besättningsstorlek på 80 eller 160 kor samt produktion i tre olika delar av landet för att visa olika scenarier. Dessutom gjordes beräkningarna både med och utan EU-stöd. Resultaten visade att inom ekologisk mjölkproduktion var det i de flesta fall bara mindre skillnader i lönsamhet om man använde 60 % jämfört med 70 % ensilage i genomsnitt i foderstaten. I konventionell produktion var det lönsamt att höja den genomsnittliga andelen ensilage från 50 % till 60 % när kraftfoderpriset var högt, oavsett i vilken del av landet man hade sin produktion och både med och utan EU-stöd. För att uppnå hög mjölkavkastning med hög andel grovfoder i foderstaten är det viktigt att ensilaget är av hög näringsmässig kvalitet. Sverige har goda förutsättningar för att odla vall och producera ensilage av god kvalitet och detta bör utnyttjas i ännu högre grad i framtiden.

Introduktion

Foder utgör en stor del av de totala kostnaderna inom såväl ekologisk som konventionell mjölkproduktion. Det är därför viktigt att försöka sätta samman foderstater som kan produceras till lägsta möjliga kostnad. Priset på spannmål har varierat under de senaste åren vilket gör det till en svårberäknad kostnadspost för lantbrukaren och grovfodret kommer därför sannolikt att ha stor ekonomisk betydelse i framtida mjölkproduktion. Huvudsyftet med denna studie var att relatera resultaten från ett praktiskt utfodringsförsök med olika andel ensilage i foderstaten (Patel, 2012) till lönsamheten i mjölkproduktionen.

Material och metoder

I utfodringsförsöket användes 92 kor som slumpades ut till en av tre foderstater som endast skilde sig åt i andelen ensilage. Andelen grovfoder ökades successivt över hela laktationen och var i genomsnitt 50 %, 60 % eller 70 % av totala torrsubstansintaget i respektive grupp (L, M och H). Resultaten från försöket visade att mjölkproduktionen från korna i grupp L och M inte skiljde sig signifikant, medan avkastningen var signifikant lägre hos korna i grupp H jämfört med de andra två grupperna. Det var ingen signifikant skillnad i mjölksammansättning mellan grupperna.

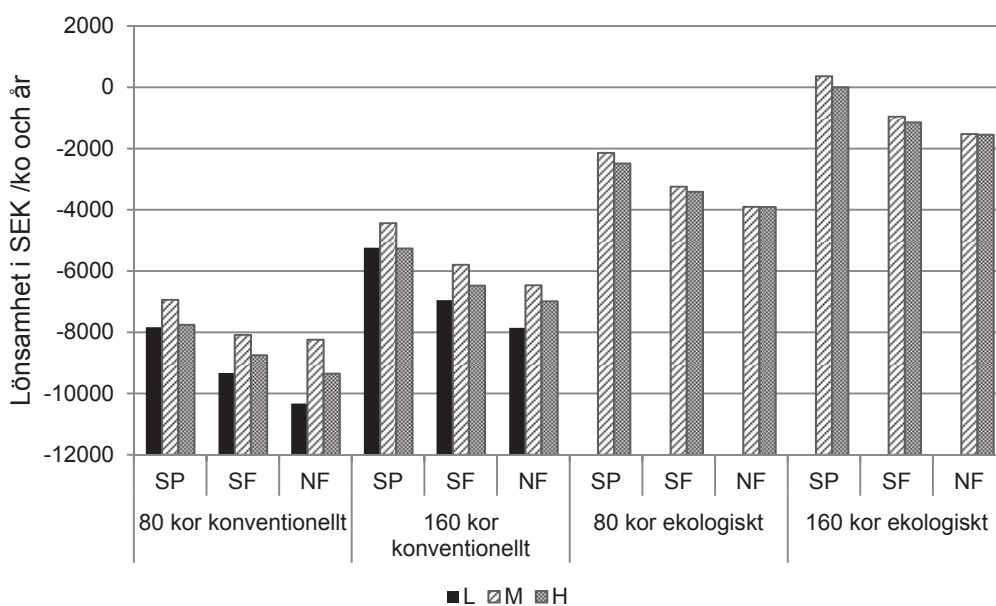
Lönsamheten beräknades som inkomster minus kostnader per ko och år för varje grupp och utgick huvudsakligen från områdeskalkyler från Sveriges lantbruksuniversitet (Agriwise, 2012). Stöd från EU (miljöersättning för odling av vall, kompensationsbidrag och stöd för ekologisk produktion) var antingen inkluderade eller exkluderade i beräkningarna. I ekologisk produktion

beräknades inte lönsamheten för foderstat L eftersom 50 % grovfoder inte är tillåtet enligt gällande regelverk.

För att göra de ekonomiska beräkningarna anpassade till verkliga gårdar utfördes beräkningarna för tre olika regioner med olika förutsättningar för jordbruk: ett slättområde i södra Sverige (SP), ett skogsdominerat område i södra Sverige (SF) och ett skogsdominerat område i norra Sverige (NF). Beräkningar utfördes även för två olika besättningsstorlekar för att undersöka effekterna av djurantal. Vidare har finansiella stöd både inkluderats och exkluderats i beräkningarna för att visa på flera alternativ. Det ekonomiska stödet från EU är högre i skogsdominerade områden på grund av sämre förutsättningar för lantbruk och intressen att upprätthålla ett öppet varierat odlingslandskap.

Resultat och diskussion

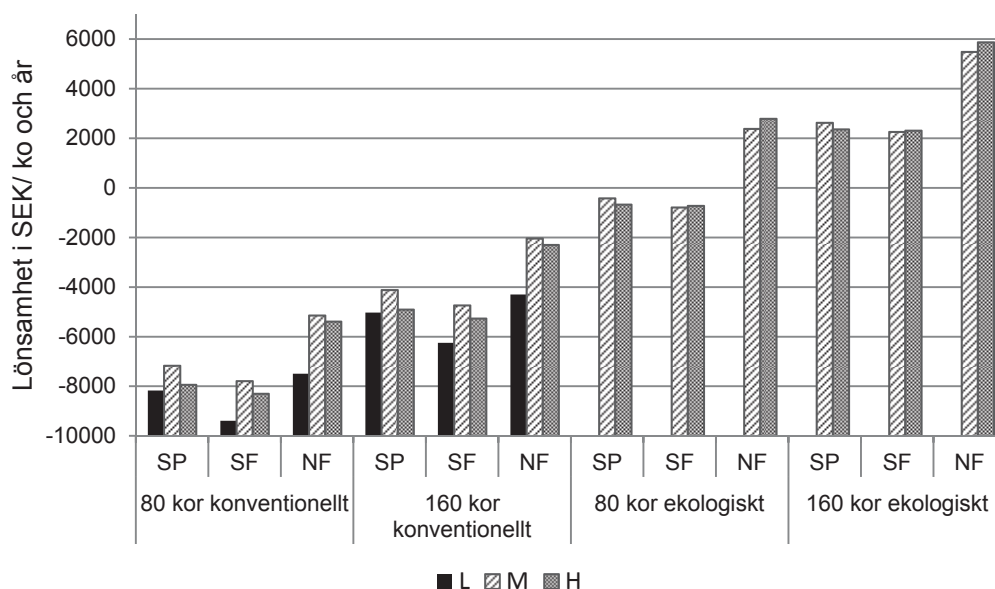
Resultaten visade endast mindre skillnader i lönsamhet mellan att använda i genomsnitt 60 % eller 70 % ensilage i foderstater inom ekologisk produktion. I konventionell produktion var det lönsamt att höja den genomsnittliga andelen ensilage från 50 % till 60 % både när EU-stöden var inkluderade och exkluderade i beräkningarna (figur 1 och 2).



Figur 1. Lönsamhet per ko och år beräknat utan EU-stöd med olika andel ensilage i foderstaten (L: 50 %; M: 60 %; H: 70 %) samt för olika områden i Sverige (SP: Götalands södra slättbygder; SF: Götalands skogsbygder; NF: nederre Norrlands skogsbygder).

Det mest slående resultatet var att det bara var den ekologiska produktionen som nådde full kostnadstäckning, det vill säga att intäkterna var lika med eller större än kostnaderna. Skillnaderna i lönsamhet mellan M och H var små i ekologisk produktion. Foderstat M visade dock något högre lönsamhet jämfört med H i alla områden och besättningsstorlekar med EU-stödet inräknat, utom i NF-området där det var mera lönsamt att använda foderstat H. Detta resultat berodde sannolikt på högre pris på kraftfoder i norra delen av landet. Odling av spannmål i norr kan vara svårt på grund av den korta vegetationsperioden. Däremot är förutsättningarna för vallodling gynnsamma i norr. Maximal lönsamhet i ekologisk produktion med EU-stöd fick man med 160 kor i NF-

området. Ekologisk produktion utan EU-stöd var mest lönsamt med 160 kor i SP-området. Totalt sett var det fördelaktigt att ha en besättning på 160 kor jämfört med 80 kor. Fördelarna med större besättningar är förknippade med färre arbetstimmar och lägre byggkostnader per ko/år och ökat mjölkpris på grund av stora volymer levererad mjölk.



Figur 2. Lönsamhet per ko och år beräknat med EU-stöd med olika andel ensilage i foderstaten (L: 50 %; M: 60 %; H: 70 %) samt för olika områden i Sverige (SP: Götalands södra slättbygder; SF: Götalands skogsbygder; NF: nedre Norrlands skogsbygder).

I konventionell produktion visade foderstat M högst och foderstat L lägst lönsamhet i alla områden, både med och utan EU-stöd (Patel *et al.*, 2013).

Generellt återspeglar resultaten också höga kostnader för byggnader samt höga kostnader för arbetskraft i Sverige, liksom det starka beroendet av ekonomiskt stöd till lantbrukarna.

Studien finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning, Formas samt Jordbruksverket.

Referenser

- Agriwise (2012) Områdeskalkyler. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för ekonomi. Uppsala.
- Patel M. (2012) Effects of increasing the proportion of high-quality grass silage in the diet of dairy cows. *Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Dissertation* 80.
- Patel M., Wredle E., Spörndly E., Bertilsson J. och Kumm K.-I. (2013) Profitability of organic and conventional dairy production with different dietary proportions of high-quality grass silage. *Organic Agriculture* 3:1, 31–39.

Kamp mot tramp – Etablering av vallar med fyra olika fröblandningar

E. Spörndly¹, E. Salomon², N. Adolfsson² och N. Nilsdotter-Linde³

¹*Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala*

²*JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala*

³*Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala*

Korrespondens: eva.spornldy@slu.se

Sammanfattning

I juli 2012 anlades vallar i tolv rutor med fyra olika fröblandningar och tre upprepningar. I projektets första fas, som redovisas här, utvärderades etableringen av de fyra fröblandningarna genom att 1) antalet etablerade plantor per kvadratmeter räknades i slumpmässigt utlagda försöksrutor och genom att 2) marktäckningen bestämdes genom flygfotografering av ytorna året efter sådd. En fröblandning med 35 % rörsvingel (sort Borneo) avvek från de övriga genom att den var långsammare i etableringen med initialt få plantor per kvadratmeter. Försöksrutorna med denna blandning hade dock en signifikant högre marktäckning än vallarna med andra fröblandningar vid sista utvärderingen som ägde rum i september 2013. I nästa fas av detta projekt kommer vallarna att utvärderas med avseende på tramptålighet och djurens betesselektion. Först därefter kan man göra en komplett utvärdering av vallarna och komma med rekommendationer för praktiskt bruk.

Introduktion

I projektet ”Kamp mot tramp”, finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning, utvärderas fyra olika fröblandningar med avseende på etablering, tramptålighet och betesselektion. Syftet är att finna vallfröblandningar som lämpar sig att så på ytor som utsätts för stort slitage av betesdjur. Vallarnas tramptålighet och djurens betesselektion kommer att studeras under 2014 och rapporteras i ett senare skede av projektet. En utvärdering av vallarnas etablering redovisas här.

Material och metoder

Tolv försöksytor på 12 * 36 m delades in i tre block och de fyra fröblandningarna slumpades sedan ut inom varje block. Varje behandling upprepades således tre gånger. Fröblandningarna som studeras i projektet finns presenterade i tabell 1. Blandningarna som innehöll vitklöver skilde sig endast åt genom att den ena innehöll engelskt rajgräs (A) medan den andra innehöll rörsvingel (B). Blandningarna A och C var likartade blandningar vanliga i bete, med (A) eller utan (C) vitklöver. Fröblandning C och D utgör en jämförelse mellan arter i samma proportioner men med olika sorter där den ena blandningen (C) innehöll sorter av ”fodertyp” medan den andra (D) innehöll sorter av ”sporttyp” som rekommenderas för t.ex. fotbollsplaner.

Sådden fick anpassas till projektstart och ägde rum den 6 juli 2012 på en gödslad (50 kg N/ha) försöksyta intill en nysådd vall. Sådden skedde i renbestånd med ca 31 kg/ha. Ingen bevattning ägde rum under etableringsfasen 2012–2013 som inleddes med en period med jämn och god nederbörd under 2012. Efter snösmältningen år 2013 var försöksytorna översvämmade, medan vädret under återstående del av säsongen var torrt. Två försöksytor på 12 * 36 m i den omgivande nya vallen som fanns i direkt anslutning till de nysådda försöksytorna A–D användes som kontroller vid mätningar av marktäckning. Dessa ”kontrolltytor” såddes med 25 kg/ha i slutet på

maj 2012 med följande sammansättning av arter och sorter: 25 % ängssvingel Lifara, 20 % engelskt rajgräs Herbie och Helmer, 15 % timotej Lischka, 15 % ängsgröe Balin, 15 % vitklöver Riesling och Abercrest och 10 % rödsvingel Gondolin.

Tabell 1. Sådda behandlingsled A–D i projektet ”Kamp mot tramp”

Art	Sort (typ)	Fröblandning, viktsprocent			
		A	B	C	D
Vitklöver	Undrom (småbladig)	20	20		
Ängsgröe	Kupol (fodertyp)	35	35	44	
	Julius (sporttyp)				44
Rödsvingel	Gondolin (fodertyp)	10	10	12	
	Cezanne (sporttyp)				12
Engelskt rajgräs	Foxtrot (sen, diploid fodertyp)	35		44	
	Bizet 1 (sen, diploid sporttyp)				44
Rörsvingel	Borneo (turftyp)		35		

Etableringen av vallarna utvärderades i varje försöksruta på två sätt genom att 1) räkna antalet etablerade plantor i slumpmässigt utkastade ramar samt 2) kartlägga graden av marktäckning med flygfotografering.

Planräkningen gjordes vid två tillfällen, den 25 augusti 2012 samt den 6 maj 2013. I var och en av de 12 försöksytorna slängdes en ram på 0,5 * 0,5 m ut slumpvis varefter antalet plantor som hade etablerats inom ramen räknades. Antalet stora välväxta plantor räknades också vid inventeringen i maj 2013.

Marktäckningen studerades med hjälp av flygfotografering. Detta gjordes tre gånger under 2013; 17 maj, 17 juli och 14 september. Flygfotograferingen ägde rum med ett modellflygplan. Därefter beräknades graden av marktäckning som en procentsats. För att göra en klassificering av bilden i klasserna ”vegetation” respektive ”barmark” användes verktyget ”Iso Cluster Unsupervised Classification” i programmet ArcGIS 10.0 (2013). Denna algoritm räknar fram den statistiska sannolikheten för varje klass för att bestämma till vilken klass varje pixel i bilden hör. Resultaten av mätningarna bearbetades med variansanalys i en modell där behandling och block ingick som oberoende variabler.

Resultat och diskussion

Trots goda väderförhållanden med regelbunden nederbörd under sommaren 2012 gick etableringen av vallarna förhållandevis långsamt jämfört med de omgivande kontrollytorna som hade såtts i maj månad. I augusti fanns stora mängder ettåriga ogräs i försöksrutorna, främst våtarv (*Stellaria media*). Eftersom flygfotografering endast utvärderar marktäckning och inte har möjlighet att skilja den sådda grödan från ogräs gjordes ingen flygfotografering hösten 2012. Däremot utfördes en räkning av antalet etablerade plantor i slumpmässigt utlagde rutor. Räkningen av plantor försvårades av ogräsförekomsten men genomfördes den 25 augusti 2012. Räkningen av antalet grodda plantor upprepades den 6 maj 2013 och resultaten presenteras i tabell 2. Antalet räknade plantor var större vid räkningen i augusti 2012 än på våren 2013 på grund av en omfattande översvämning av hela försöksområdet under tidig vår, vilket medförde

att ett stort antal plantor dog. Eftersom försöket genomfördes med tre block där alla behandlingar slumpades ut inom block var effekten av översvämningen troligtvis likartad för alla försöksled.

Tabell 2. Antal plantor som etablerats per kvadratmeter vid inventering i nyanlagde vallar med fröblandningar A–D, minstakvadratmedelvärden. De båda tidpunkterna är bearbetade separat

Inventeringstidpunkt	Fröblandning			
	A	B	C	D
25 aug 2012	41 ^a	27 ^b	39 ^a	46 ^a
6 maj 2013	22 ^{ab}	28 ^a	16 ^b	27 ^a

^{a, b} Medelvärden med olika bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant från varandra ($P < 0,05$).

Enligt tabell 2 var det signifikant färre antal plantor som hade grott i fröblandning B jämfört med övriga fröblandningar i augusti 2012 och färre plantor kunde noteras i fröblandning C vid inventeringen i maj 2013. Rörsvingel har i tidigare studier under etableringsfasen och första vallåret visat sig ha ett öppet växtsätt medan engelskt rajgräs har snabb utveckling och sluter sig snabbt (Jansson, 2013). Den statistiska bearbetningen visade även att antalet stora välväxta plantor var signifikant ($P < 0,01$) större i vall D jämfört med de övriga vallarna.

Resultaten av bestämningen av marktäckning med hjälp av flygfotografering presenteras i tabell 3. Under 2013 putsades försöksytorna regelbundet och torr väderlek medförde att ogräs inte utgjorde något problem vid fotograferingen. I maj 2013 var andelen mark som täcktes av vegetation mycket låg, i genomsnitt 41 %, på grund av den omfattande översvämningen av markerna under våren 2013. Större delen av försöksytan låg då under vatten under ca en vecka. En viss återhämtning ägde rum men troligen påverkades vallen även av den mycket torra sommaren 2013. I genomsnitt var 65 % av marken täckt av vegetation i juli och 62 % i september 2013.

Tabell 3. Marktäckning i försöksytorna under 2013 (%), minstakvadratmedelvärden. Varje tidpunkt är bearbetad separat

	Procentandel av marken som var täckt av vegetation i vallarna				
	A	B	C	D	Kontrolllyta
17 maj 2013	41 ^{ab}	32 ^a	37 ^a	47 ^b	48 ^b
17 juli 2013	63 ^a	71 ^b	62 ^a	66 ^{ab}	65 ^{ab}
14 sept. 2013	58 ^a	70 ^b	58 ^a	63 ^a	59 ^a

^{a, b} Medelvärden med olika bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant från varandra ($P < 0,05$).

Vallarna med fröblandning B och C hade signifikant mindre marktäckning än kontrollytorna och fröblandning D i maj 2013. Vid nästa inventering hade vegetationstäckningen i försöksrutorna med fröblandning B ökat anmärkningsvärt mycket och låg signifikant högre än A och C.

Slutsatsen vid slutet av säsongen 2013 var att fröblandning B med rörsvingel etablerade sig långsamt men kom ikapp med tiden. De övriga vallarna tycks ligga på ungefär samma grad av marktäckning vid säsongens slut. Hur de olika vallfröblandningarna klarar av intensivt tramp av betande djur kommer att utvärderas under betessäsongen 2014.

Referenser

ArcGIS 2013.

http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/How_Maximum_Likelihood_Classification_works/009z000000q9000000/

Jansson, J. (2013) Rödklöversorters konkurrensförmåga. L6-111. Sverigeförsöken 2012. *Försöksrapport Mellansverige* 71–77.

Mineralnäringsämnen kan påverka angreppsgraden av rotröta i rödklöver

E. Stoltz och A.-C. Wallenhammar

Hushållningssällskapet/HS Konsult AB, Örebro

Korrespondens: eva.stoltz@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

Halten rödklöver (*Trifolium pratense* L.) minskar i blandvallar över tid vilket till stor del kan bero på angrepp av rotröta som orsakas av jordburna patogener. Brist på mineralnäringsämnen kan vara en anledning till höga sjukdomsangrepp hos växter. Syftet med denna studie var att undersöka om det fanns ett samband mellan koncentrationen av mineralnäringsämnen i rödklöverrötter och sjukdomsindex (SI) av rotröta. Rödklöverplantor samlades in från bland- och frövallar av olika ålder. Rötterna tvättades, SI av rotröta bestämdes genom okulär gradering och koncentrationer av mineralämnena analyserades. Resultaten visade att SI ökade med minskande nivåer av kalium (K), mangan (Mn), zink (Zn) och koppar (Cu). Sammanfattningsvis behövs ytterligare undersökningar för att ta reda på om tillförsel av Mn, Cu, och Zn kan minska SI av rotröta i rödklöver.

Introduktion

Rödklöver (*Trifolium pratense* L.) är den viktigaste baljväxten i svenska blandvallar där den odlas tillsammans med gräs. Ett förekommande problem i Nord- och Centraleuropa är att innehållet av rödklöver i blandvallar minskar över tid och orsaken är till stor del angrepp av rotröta (Rufelt, 1986; Pokorný *et al.*, 2002; Wallenhammar *et al.*, 2008). Rödklöverinnehållet sjunker ofta drastiskt under det tredje vallåret (Wallenhammar *et al.*, 2008). Rotröta orsakas av de jordburna patogenerna *Fusarium* spp., *Cylindrocarpus* spp. och *Phoma* spp. (Rufelt, 1986). Det finns inga effektiva produkter för att kontrollera patogenerna och inte heller finns resistenta rödklöversorter tillgängliga på marknaden.

Fler undersökningar bekräftar att det finns ett samband mellan förekomsten av sjukdomar och brist på mineralnäringsämnen (Walters och Bingham, 2007) men det finns få undersökningar utförda i Sverige.

Syftet med denna studie var att undersöka om det finns ett samband mellan koncentrationen av mineralnäringsämnen i rödklöverrötter och angreppsgraden av rotröta.

Material och metoder

Rödklöverplantor grävdes upp den 24 augusti 2009 från fyra vallar i Gräve, väster om Örebro (N 59° 17', E 15° 3'). Valltyp och ålder var: 1) frövall, insåningsår, 2) blandvall, vallår 1, 3) frövall, skördeår, 4) blandvall, vallår 2. Rödklöversorten var SW Ares i alla frövallarna, i blandvallarna ingick även SW Sara och SW Fanny. Rötter (6 st) och jord samlades in från fyra provtagningspunkter i varje vall. Rötterna tvättades i rinnande vatten och sjukdomsindex (SI) av rotröta bestämdes enligt Rufelt (1986). Gradering av yttre och inre rotangrepp utfördes. Den yttre graderingen bestod av en bedömning av pålrotens mörkfärgning. Rötterna delades med en skalpell och de inre angreppen dvs. graden av missfärgning i kärnvävnaden, avlästes. Därefter skalades rötterna för att förhindra att jordpartiklar kontaminerade analyserna av mineralämnena. Bruna rotde-

lar skars bort så att endast visuellt friska rotdelar användes för analys av; kväve (N), fosfor (P), kalium (K), kalcium (Ca), magnesium (Mg), mangan (Mn), koppar (Cu), zink (Zn), bor (B), järn (Fe), natrium (Na), svavel (S), aluminium (Al) (Eurofins Food & Agro Sweden AB, Kristianstad, Sverige). I jordproverna analyserades; P-AL (ammoniumlaktat), K-AL, Mg-AL, Ca-AL, K-HCl (saltsyra), P-HCl, Cu-HCl, tillgängligt B (varmvatten extraktion), totala mängden Mn och Zn (extraktion med salpetersyra). Markens pH och innehåll av lera och organiskt material bestämdes (Agrilab AB, Uppsala).

Resultat

Samtliga fyra vallar hade liknande jordegenskaper; pH var ca 5,8, innehållet i lera 5 %, silt 5 % och sand 30 %. Fosforhalten i jorden var cirka 60 mg/kg och kaliumnivåerna 20–50 mg/kg. Den yngsta vallen hade lägre nivå av kalcium (570 mg/kg) och högre nivåer av koppar (7,4 mg/kg), mangan (179 mg/kg) och zink (21 mg/kg) jämfört med den äldsta vallen (Ca: 970 mg/kg, Cu: 3,2 mg/kg, Mn: 56 mg/kg och Zn: 11 mg/kg). Nivåerna av bor var låga i samtliga vallar: 0,1–0,3 mg/kg.

Sjukdomsindex ökade med ökad vallålder (tabell 1). Rötter på plantor från den yngsta vallen hade signifikant högre nivåer av K, Mn, Cu, Zn, Fe och Al jämfört med plantor från den äldsta vallen.

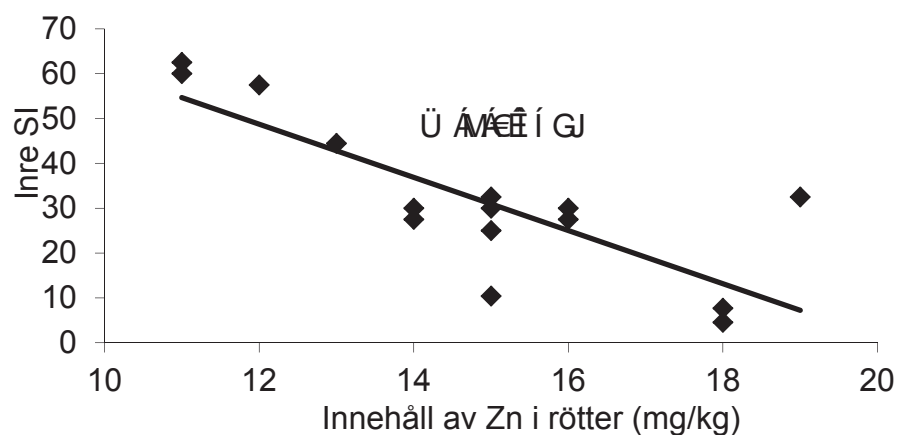
Tabell 1. Medelvärden av mineralämneskoncentrationer och sjukdomsindex (SI) i rödklöverrötter från olika vallar, n = 4

	Enhet	Valltyp och ålder			
		Frövall, insåningsår	Blandvall, vallår 1	Frövall, skördeår	Blandvall, vallår 2
N	% ts ¹	1,9 ^{b2}	1,7 ^c	2,2 ^a	1,7 ^{bc}
P	% ts	0,39 ^{ab}	0,31 ^b	0,43 ^a	0,32 ^b
K	% ts	2,1 ^a	0,7 ^{bc}	1,1 ^b	0,5 ^c
Ca	% ts	0,27 ^b	0,40 ^a	0,31 ^{ab}	0,29 ^b
Mg	% ts	0,19 ^b	0,21 ^b	0,38 ^a	0,29 ^a
Na	% ts	0,06 ^b	0,11 ^b	0,06 ^b	0,48 ^a
Mn	mg/kg	25 ^a	25 ^a	13 ^b	10 ^b
Cu	mg/kg	22 ^a	11 ^b	10 ^b	13 ^b
Zn	mg/kg	19 ^a	15 ^b	15 ^b	12 ^c
B	mg/kg	19 ^a	16 ^b	18 ^a	19 ^a
Fe	mg/kg	460 ^a	210 ^b	188 ^b	205 ^b
Al	mg/kg	553 ^a	237 ^b	245 ^b	220 ^b
S	% ts	0,19 ^{ab}	0,12 ^c	0,22 ^a	0,14 ^{bc}
Inre SI		9 ^c	29 ^b	30 ^b	56 ^a
Yttre SI		10 ^c	39 ^b	39 ^b	65 ^a

¹ ts = torrs substans

² olika bokstäver indikerar statistisk signifikanta skillnader inom en rad, $p < 0,05$ (Duncan's new multiple range test).

Ett signifikant samband mellan inre SI och rotkoncentrationen av K, Mn, Cu, Zn, Fe och Al hittades (figur 1, tabell 2).



Figur 1. Samband mellan inre sjukdomsindex (SI) och Zn koncentrationen i rödklöverrötter.

Tabell 2. Samband (R^2) mellan inre sjukdomsindex (SI) och mineralnäringsämnen i rödklöverrötter

Ämne	R^2	p^1
N	-0,051	0,3978
P	-0,089	0,2614
K	-0,712	<0,0001
Ca	0,001	0,8894
Mg	0,187	0,0939
Na	0,547	0,0011
S	-0,165	0,1174
Mn	-0,514	0,0260
Cu	-0,292	0,0372
Zn	-0,653	0,0038
B	0,017	0,6352
Fe	-0,395	0,0120
Al	-0,519	0,0024

¹om $p < 0,05$ är sambandet statistiskt signifikant.

Diskussion

Inre SI av rotröta ökade med plantans ålder (tabell 1), och det fanns signifikanta negativa samband mellan inre SI och rotkoncentrationen av K, Mn, Cu, Zn, Fe och Al (tabell 2). Den fysiska tillväxten av rödklöverrötter kan vara orsaken till minskningen av mineralkoncentrationen i rötterna. Under rottillväxt blir jorden mer porös och luftig. Ämnen som Mn, Cu, Zn, Fe och Al kan oxideras och bilda komplex under dessa förhållanden (Schnoor, 1996) och därigenom bli mindre tillgängliga för plantan. Resultaten tyder på att tillförsel av Mn, Cu och Zn kan minska utvecklingen av rotröta i rödklöver. Dessutom krävs en tillräcklig K-nivå, i denna undersökning var nivåerna låga på grund av markens egenskaper. Växter behöver inte Al, och nivån av Fe var ganska hög i rötterna och borde inte orsaka brist. Ingen information om optimala halter av näringsämnen i växtrötter har hittats.

Ytterligare undersökningar krävs för att avgöra om tillförsel av växtnäringsämnen (Mn, Cu och Zn) kan hämma angrepp av rotröta i rödklöver.

Referenser

- Pokotný R., Andersson B., Nedélink och Ríha P. (2003) Current state of red clover breeding for resistance in central and Northern Europe. *Czech J Genet. Plant Breed.* 39, 82–85.
- Rufelt S. (1986) Studies on *Fusarium* root rot of red clover (*Trifolium pratense* L.) and the potential for its control. SLU. Dept. of plant and forest protection. Uppsala. Doctoral thesis. 33 s.
- Wallenhammar A.-C., Nilsson-Linde N., Jansson J., Stoltz E. och L.-Baeckström G. (2008) Influence of root rot on the sustainability of grass/legume leys in Sweden. *Grassland Science in Europe* 13, 341–343.
- Walters D.R. och Bingham I.J. (2007) Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control. *Ann. Appl. Biol.* 151, 307–324.

Mögeltillväxt i hö under vinterlagring

M. Sundberg och G. Lundin

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala

Korrespondens: martin.sundberg@jti.se

Sammanfattning

I detta projekt dokumenterades hur fuktigheten i balat hö varierar under vinterlagringen, samt kartlades vilka typer av mögelsvampar som på grund av detta då växer till. Studierna genomfördes på tre gårdar under två år. Resultaten visar att fuktigheten i ytskiktet av det hö som är exponerat mot omgivningen ökade snabbt under hösten, vilket skapade förutsättningar för mikrobiell tillväxt. Redan i november var tillväxten av lagringssvampar i ytan omfattande och på en nivå som får anses oacceptabel. Även i de två underliggande ballagren skedde en viss uppfuktning och mögeltillväxt, dock inte till oacceptabla nivåer. För att undvika hälsorisker både för djur och för människor bör alla exponerade ytor av höet skyddas mot uppfuktning. En skyddstäckning (t.ex. ett lager med halmbalar) bör för att vara effektiv läggas på så tidigt som möjligt, innan luftfuktigheten stiger på hösten.

Introduktion

För att undvika mikrobiell tillväxt i hö bör vattenhalten inte någon gång under lagringen överstiga ca 15 %. Tidigare studier har visat att även väl nedtorkade höpartier riskerar att ta skada under lagringen på grund av uppfuktning i de övre skikten (Nilsson *et al.*, 1986). Detta är också ett välkänt problem från praktiken, där man för att undvika mögeltillväxt i höet ofta täcker ytan med balad eller lös halm. Uppfuktningen kan orsakas av längre perioder med hög luftfuktighet eller kondensutfällning vid temperaturomslag. Speciellt under hösten och vintern är fuktigheten i uteluften som regel hög under långa perioder, vilket gör att vattenhalten i lagrets ytskikt kan stiga över det gränsvärde då mikroorganismerna börjar växa.

Förutom tillgång på näring och syre är mögelsvamparnas tillväxt beroende av materialets fuktinnehåll och temperatur, där fuktigheten är av överordnad betydelse. Hö är hygroskopiskt, det vill säga att dess fuktinnehåll påverkas av och varierar med den omgivande luftens fuktighet. Om ett hö tillräckligt länge är i kontakt med luft med en viss relativ luftfuktighet inställer sig en jämvikt mellan fuktigheten i luften och vattenhalten i materialet.

Materialets vattenhalt är dock ingen bra indikator för mikroorganismernas tillväxtbetingelser. Ett betydligt bättre mått är begreppet vattenaktivitet (A_w) som beskriver hur kraftigt vattnet är bundet till en substans, och därmed också hur tillgängligt vattnet är. För att kraftigt begränsa mögelsvamparnas möjligheter att växa till bör vattenaktiviteten ligga under 0,7.

Mögelsvampar som påträffas i foder brukar ofta klassificeras i någon av grupperna fältflora eller lagringsflora. Mögelsvampar som tillhör fältfloran infekterar grödan redan på fältet, där de kan växa till i det stående beståndet eller i ett nyslaget material när vattenhalten är hög. De fältsvampar som är vanligast i Sverige tillhör släktena *Cladosporium*, *Fusarium* och *Alternaria*, vilka samtliga kräver en vattenaktivitet över 0,85 för att växa till (Filtenborg *et al.*, 2004).

I den torrare miljö som råder i lagret är förhållandena annorlunda, och där sker normalt ingen tillväxt av fältflora. Många av de mögelsvampar som tillhör lagringsfloran anses kunna växa till

även när vattenaktiviteten understiger 0,75, däribland arter av *Eurotium*, *Aspergillus* samt *Wallemia sebi*. Arter av *Penicillium* har något högre fuktighetsanspråk och kräver en vattenaktivitet på åtminstone 0,78 (Filtenborg *et al.*, 2004).

Mögelsvampar växer vanligen i form av ett fint förgrenat nätverk av mikroskopiska trådar (mycel) och de kan producera stora mängder sporer. Förekomst av mögelsvampar i foder kan på olika sätt orsaka hälsoproblem för både djur och människor.

Syftet med detta projekt var att följa hur fuktigheten i höet varierar under vinterlagringen och kartlägga vilka typer av mögelsvampar som då växer till. Utifrån framkomna resultat har en bedömning gjorts av vilka hälsorisker detta innebär för djur och människor.

Material och metoder

Under två lagringssäsonger genomfördes praktiska lagringsförsök på tre gårdar i Uppland. Gårdarna, som var desamma under båda försöksåren, hade alla hötork och hanterade höet i form av småbalar.

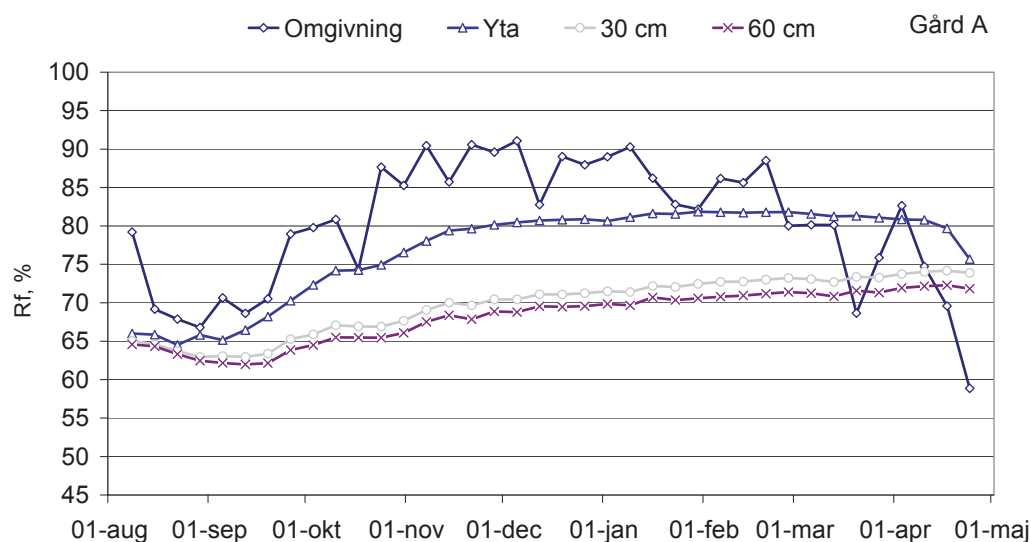
I augusti staplades balar till försöken i stackar, där endast den övre horisontella ytan av balstacken var exponerad för den omgivande luften. Givare för temperatur och relativ luftfuktighet placerades på tre djup i varje stack; i ytskiktet av det översta balskiktet samt i ytan av de två underliggande balskikten, motsvarande ca 30 respektive 60 cm under den översta höytan. En likadan givare monterades hängande ca 80 cm ovanför balstapeln för att mäta omgivningsklimatet i lagringsutrymmet. På en av gårdarna registrerades även temperatur och luftfuktighet i utomhusluften.

Den första provtagningen av hö gjordes i direkt anslutning till stackningen i augusti. Avsikten med dessa prover var att kvantifiera vilken initial halt av mögelsvampar och fukt som fanns i höet. Med start i början av oktober gjordes sedan ytterligare 6 provtagningar med ca 1,5 månads intervall, vilket innebar att den sista provtagningen inföll i början på maj. Vid varje provtagningstillfälle togs ett prov vardera ur tre balar per stack, belägna på samma djup som registreringarna av temperatur och relativ luftfuktighet.

Förutom mikrobiell analys av höproverna bestämdes även vattenaktiviteten. De mikrobiella analyserna omfattade bestämning av totalantal mögelsvampar samt haltbestämning av mögelsvampar av släktena *Cladosporium* spp, *Fusarium* spp, *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Eurotium* spp samt arterna *Wallemia sebi* och *Aspergillus fumigatus*.

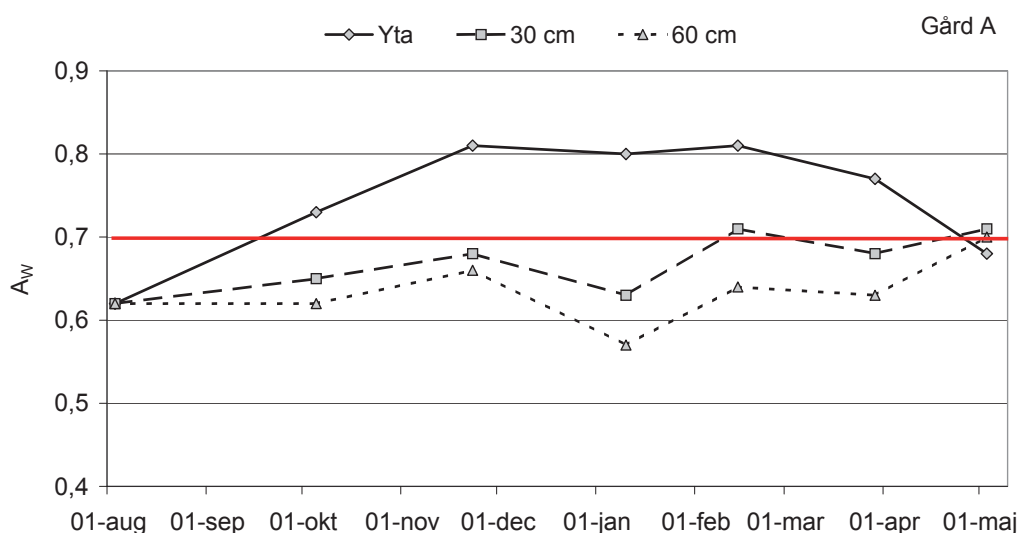
Resultat och diskussion

Registreringarna visar att den relativa luftfuktigheten i lagerutrymmena steg stadigt under hösten, för att sedan under en stor del av vintern ligga runt 90 %. Också i höets ytskikt steg luftfuktigheten snabbt fram till omkring november–december då kurvorna planade ut. Även i de två underliggande nivåerna ökade luftfuktigheten, men i betydligt långsammare takt. Där pågick också ökningen under i princip hela lagringsperioden. Generellt sett var luftfuktigheten i ytskiktet på en betydligt högre nivå än i de två underliggande skikten. Mellan dessa var skillnaden i luftfuktighet relativt liten, men som regel något högre på 30 cm djup än på 60 cm. I figur 1 visas som exempel resultatet för en av gårdarna under det första försöksåret.



Figur 1. Veckovisa medelvärden för relativ luftfuktighet (Rf) i omgivning och i balar på olika djup för en av försöksgårdarna under det första försöksåret.

Vattenaktiviteten uppvisade ett förlopp som i stort överensstämde väl med registrerade luftfuktigheter på de olika nivåerna i höet (figur 2). Som tidigare nämnts bör vattenaktiviteten i höet helst ligga under värdet 0,7 för att hämma tillväxt av mögelsvampar. I ytskiktet uppnåddes denna nivå som regel redan vid den andra provtagningen i början av oktober. I princip låg sedan vattenaktiviteten på 0,7 eller högre ända till den näst sista provtagningen i slutet av mars. På de två undre nivåerna låg vattenaktiviteten nästan genomgående under 0,7 hela lagringsperioden.



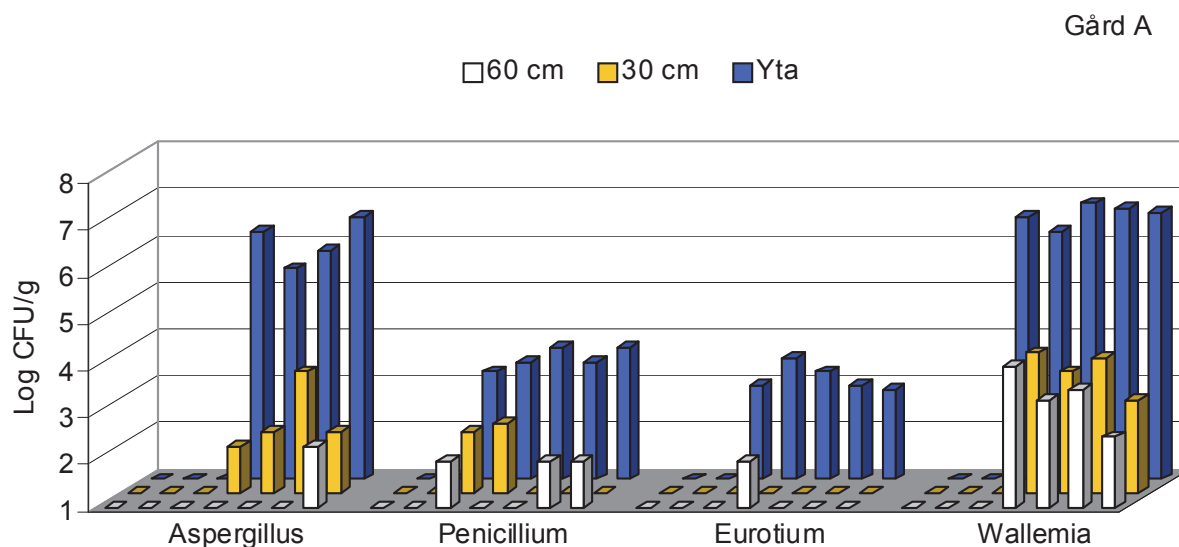
Figur 2. Vattenaktivitet (A_w) i balar på olika djup på samma gård (och år) som i figur 1.

Halterna av lagringssvampar vid den första provtagningen i början av augusti var överlag mycket låga, oftast under detektionsgränsen 100 CFU/g. Inte heller vid den andra provtagningen i början av oktober påvisades några stora mängder. I mitten av november däremot hade ofta en betydande tillväxt startat i ytskiktet, särskilt av *Wallemia*. Denna var tillsammans med *Aspergillus* de mögelsvampar som oftast dominerade lagringsfloran.

Under lagringen steg halterna av både *Wallemia* och *Aspergillus* i ytskiktet ofta till uppemot en miljon per gram eller mer. Resultaten antyder också att *Aspergillus* börjat tillväxa något senare än *Wallemia*. Under vintern tillväxte även svampar av släktena *Penicillium* och *Eurotium*, dock i relativt måttlig omfattning.

Resultaten visar en tydlig skillnad i mögeltillväxt på de olika djupen där prover tagits. Även på 30 cm djup skedde en viss tillväxt, dock inte alls lika kraftig som i ytskiktet. På 60 cm djup var de påvisade halterna ytterligare något lägre.

I figur 3 visas de halter av lagringssvampar som påvisades i höet på en av de studerade gårdarna.



Figur 3. Halter av lagringssvamparna *Aspergillus*, *Penicillium*, *Eurotium* och *Wallemia sebi* i höet på samma gård (och år) som i figur 1 och 2. Diagrammet visar förekomsten på olika nivåer vid de sju provtagningstillfällena, från augusti fram till början på maj.

Slutsatserna från studien är att fuktigheten i ytskiktet av det hö som är exponerat mot omgivningen ökar snabbt under hösten, vilket skapar förutsättningar för mikrobiell tillväxt. Redan i november är tillväxten omfattande och på en nivå som får anses oacceptabel. Även i underliggande ballager sker en viss uppfuktning och mögeltillväxt, dock inte till oacceptabla nivåer. För att undvika hälsorisker både för djur och för människor bör alla exponerade ytor av höet skyddas mot uppfuktning. En sådan skyddstäckning bör för att vara effektiv läggas på så tidigt som möjligt, innan luftfuktigheten stiger på hösten.

Projektet finansierades av Stiftelsen Svensk Hästforskning och Krafft Hästfoder AB.

Referenser

- Nilsson E., Jonsson C., Larsson K. och Persson M. (1986) Provtagning i grovfoderlager med borrh. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala. JTI-rapport 75.
- Filténborg O., Frisvad J.C. och Samson R.A. (2004) Specific association of fungi to foods and influence of physical environmental factors. I: R.A. Samson, E.S. Hoekstra och J.C. Frisvad (reds). Introduction to food- and airborne fungi, 7 ed. Wageningen, The Netherlands, s 315.

Inverkan av grönmassans mekaniska bearbetning på ensilagekvaliteten

M. Sundberg¹ och T. Pauly²

¹JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala

²Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: martin.sundberg@jti.se

Sammanfattning

Tidigare studier i modellskala har visat att packningsrotorns bearbetning av grönmassan vid slangensilering har en positiv inverkan på ensileringsprocessen. Syftet med detta projekt var att i fullstor skala undersöka hur ensilagekvaliteten påverkas av den varierande bearbetningsintensitet som erhålls vid ensilering i systemen rundbal, silo och slang. Två försök med fem upprepningar utfördes, där samma grönmassa användes till alla försöksled. Efter 5 och 3 månaders lagring bröts respektive försök och prover togs för kemiska och mikrobiella analyser. Även om alla ensilage var av god kvalitet, hade ensilaget i slang genomgående bättre värden för flera kvalitetsparametrar. Såväl pH, ammoniakaltal samt halten butandiol var lägre än i både balar och silor. En låg halt av butandiol indikerar en snabb sänkning av pH i ensilaget. Resultaten från studien styrker tidigare resultat och visar att packningsrotorns mekaniska bearbetning av grönmassan gynnar en snabbare och mer omfattande mjölksyrajäsning.

Introduktion

En snabb och kraftig mjölksyrajäsning är av mycket stor betydelse för att nå ett bra ensileringsresultat. Goda förutsättningar för detta skapas genom att bearbeta grönmassan mekanisk så att växtsaft frigörs. Detta ger mjölksyrabakterierna tillgång till den näring de behöver, och de kan snabbt komma igång med sin tillväxt.

Vid ensilering av vallfoder i slang utsätts grönmassan för en kraftig bearbetning av den packningsrotor som trycker in materialet i slang. Att denna bearbetning har en gynnsam inverkan på ensileringsprocessen har tidigare visats i en pilotstudie (Sundberg och Pauly, 2005a; 2005b). Två försök genomfördes där ensilerbarheten för hackad grönmassa tagen före respektive efter passagen genom rotor jämfördes, bland annat genom studier av ensileringsdynamiken i små modellsilor. I båda försöken skedde sänkningen av pH-värde signifikant snabbare och till en lägre nivå i den grönmassa som passerat genom rotorn. I övrigt gav båda försöksleden ett bra ensilage med försumbar aktivitet av klostridier. Halterna av smörsyra var genomgående under 0,05 % av ts och antalet klostridiesporer var under 100/g. Slutsatsen från denna pilotstudie var att den mekaniska bearbetningen av grönmassan i packningsrotorn har en gynnsam effekt på ensileringsprocessen, vilket resulterat i en både snabbare och kraftigare mjölksyrajäsning.

Detta projekt genomfördes som en fortsättning av den tidigare utförda pilotstudien. Syftet var att undersöka om de positiva effekter av rotorns mekaniska bearbetning som erhållits i försöken med modellsilor även kan uppnås i större skala under mer praktiska förhållanden. Studierna genomfördes på praktiskt förekommande ensileringsystem, där den teknik som används under bärning och inläggning innebär att grönmassan bearbetas med olika intensitet.

Material och metoder

Följande tre ensileringssystem, motsvarande olika grader av struktupåverkande mekanisk bearbetning av grönmassan, ingick i studierna:

- 1) *Bal* – grönmassa pressad i rundbalspress med snittaggregat
- 2) *Silo* – exakthackad grönmassa (ej bearbetad av packningsrotor)
- 3) *Slang* – exakthackad grönmassa i slang (bearbetad av packningsrotor)

Förutom led 2 där 250-liters glasfibersilos användes för att simulera plan/tornsiloensilering, genomfördes försöken under praktiska förhållanden i fullstor skala. Under en växtsäsong utfördes försök vid två tillfällen, ett i förstaskörd och ett i återväxt. Till varje försöksomgång användes samma grönmassa, bärgad samtidigt till alla tre försöksleden. Fem rundbalar pressades och plastades med nio lager sträckfilm. Till försöksled 2 och 3 bärgades ett lass grönmassa med hackvagn, varav en del togs undan och fylldes i fem glasfibersilos. Resterande grönmassa från lasset packades i en 3–4 meter lång sektion av slang.

Efter 5 respektive 3 månaders lagring bröts respektive försöksomgång och ensilageprover togs ut med provborr. I varje försök togs fem ensilageprover från vart och ett av försöksleden. På de 15 ensilageproverna i varje försöksomgång utfördes kemiska och mikrobiella analyser. Analyserna omfattade bestämning av: ts-halt, mängd vattenlösliga kolhydrater (socker), pH-värde, ammoniumkväve, fettsyror, etanol samt antalet klostridier och jästsvampar.

Resultat och diskussion

Analysresultaten visade överlag att ensilagekvaliteten får betraktas som bra i båda försöksomgångarna och i alla tre försöksleden. Halterna av smörsyra var försumbara och det fanns inte heller i övrigt några tecken på klostridieaktivitet, tabell 1 och 2.

Ensilaget i slang hade dock genomgående bättre värden för flera av de parametrar som brukar användas för att bedöma ensilagekvaliteten. Såväl pH-värde, ammoniakthal samt halten butandiol var lägre i slangensilaget än det i både balar och silor. Butandiol bildas främst av enterobakterier under en begränsad period strax efter inläggningen. En låg halt av butandiol kan därför ses som en indikation på att pH-värdet sjunkit snabbt i ensilaget, vilket har hämmat enterobakterierna.

Hur lågt pH-värdet behöver sänkas för att få ett under syrefria förhållanden stabilt ensilage, är beroende av vilken ts-halt ensilaget har. I figur 1 har en linje lagts in som visar hur detta kritiska pH-värde enligt Weissbach *et al.* (1974) varierar med ts-halten. För att anses som stabilt ska man således ligga under linjen i diagrammet. I diagrammet har också de i försöken ingående ensilagens ts-halt och pH-värde lagts in som punkter. Här framgår att slangensilaget i båda försöken har värden som med god marginal befinner sig nedanför linjen, medan pH-värdena i bal- och siloensilaget i de flesta fall inte riktigt nått ned till önskvärd nivå.

Tabell 1. Skörd 1: Ensilagens sammansättning efter ca 5 månaders lagring utomhus. Medelvärden av fem prov per behandling

	Bal	Silo	Slang
Ts-halt, %	31,5 ^a	34,2 ^b	34,7 ^b
pH-värde	4,74 ^a	4,59 ^b	4,31 ^c
Ammoniaktal, % NH ₃ -N av N	8,7 ^a	9,0 ^a	5,8 ^b
Vattenlösliga kolhydrater (socker), % av ts	1,0	1,2	1,2
Mjölksyra, % av ts	5,4 ^a	6,4 ^b	6,3 ^b
Ättiksyra, % av ts	0,9 ^a	1,6 ^b	1,5 ^b
Smörsyra, % av ts	<0,02	<0,02	<0,02
Bärnstenssyra, % av ts	1,0	1,0	0,8
2,3-butandiol, % av ts	0,75 ^a	0,32 ^b	0,08 ^c
Etanol, % av ts	1,1 ^a	0,6 ^b	0,3 ^c

Värden med olika bokstav inom samma rad är signifikant skilda ($p < 0,05$).

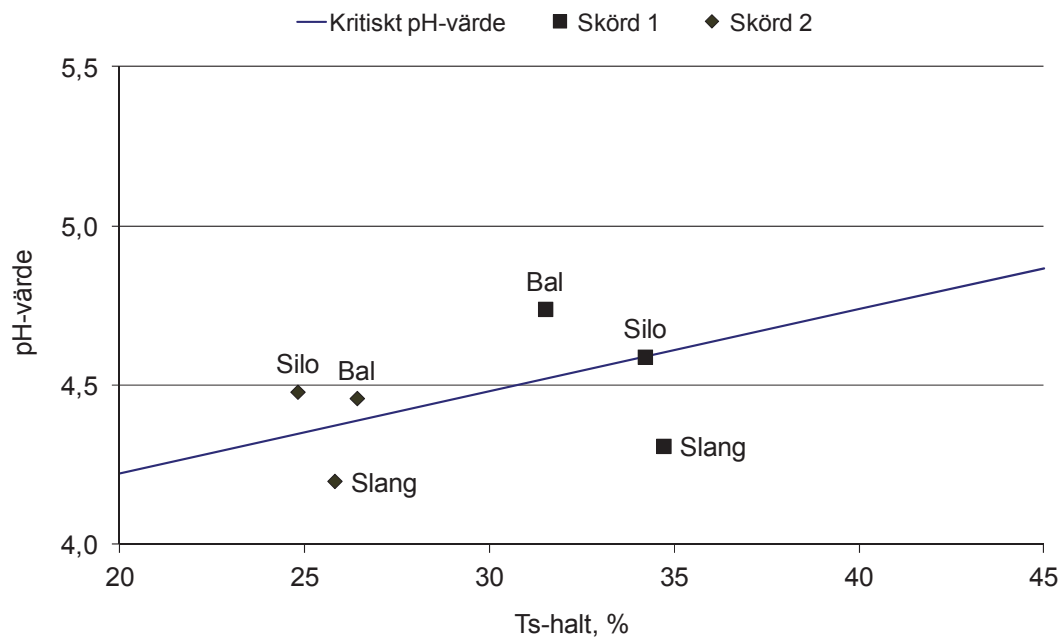
Tabell 2. Skörd 2: Ensilagens sammansättning efter ca 3 månaders lagring utomhus. Medelvärden av fem prov per behandling

	Bal	Silo	Slang
Ts-halt, %	26,4	24,8	25,8
pH-värde	4,46 ^a	4,48 ^a	4,20 ^b
Ammoniaktal, % NH ₃ -N av N	8,2 ^a	9,7 ^b	7,4 ^a
Vattenlösliga kolhydrater (socker), % av ts	0,53 ^a	0,26 ^b	0,12 ^b
Mjölksyra, % av ts	8,1	8,4	9,1
Ättiksyra, % av ts	1,8 ^a	3,5 ^b	2,2 ^a
Smörsyra, % av ts	<0,06	<0,06	<0,06
Bärnstenssyra, % av ts	0,7 ^a	0,8 ^a	1,2 ^b
2,3-butandiol, % av ts	0,28 ^a	0,15 ^b	0,10 ^b
Etanol, % av ts	0,5	0,4	0,5

Värden med olika bokstav inom samma rad är signifikant skilda ($p < 0,05$).

Resultaten från denna studie styrker tidigare erhållna resultat, och visar att packningsrotorns mekaniska bearbetning vid ensilering i slang förändrar grönmassans struktur på ett sätt som gynnar en snabbare och mer omfattande pH-sänkning.

Projektet finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning och Winlin.



Figur 1. Den heldragna linjen visar vilket högsta pH-värde ett ensilage med olika ts-halt bör ha för att det ska anses vara stabilt. Aktuella värden för ensilagen i försöken är inlagda som punkter.

Referenser

- Sundberg M. och Pauly T. (2005a) Grönmassans ensilerbarhet vid slangensilering. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala. *JTI-rapport Lantbruk & Industri* 336.
- Sundberg M. och Pauly T. (2005b) Bagged silage: Mechanical treatment applied by packing rotor improves fermentation. I: Silage production and utilisation. Proceedings of the 14th International Silage Conference, Belfast, s 250.
- Weissbach F., Schmidt L. och Hein E. (1974) Method of anticipation the run of fermentation in silage making, based on the chemical composition of green fodder. XII Int. Grassland Congress, s 226–236.

Kartläggning av den oförklarade delen i foderanalysen i vall- och helsädesgrödor

P. Udén

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: peter.uden@slu.se

Sammanfattning

Studien omfattade en kartläggning av torrsubbstansens (TS) sammansättning i ensilage och grönmassa från 40 vallprover av timotej, vitklöver, rödklöver samt i helgröda av vete, korn och majs för skattning av NorFor:s restfraktion (RF). Balansen mellan komponenter i grödan före och efter ensilering och för skattning av ensilagens sammansättning från sammansättningen i grönmassan. Summan av komponenter i grönmassa var i genomsnitt 100,3 % och ensilage 96,3 % av TS men med låga värden för vitklöver. RF utgjordes till 99 % av socker (WSC), pektin och organiska växtsyror (OA). Förutom socker förbrukades pektin, OA och i viss mån stärkelse under ensileringen. Bra skattningar erhöles av ensilagens sammansättning från grönmassans sammansättning av aska, fiber (aNDFom), CP och ammoniak. Om WSC, pektin och OA bedöms ha samma egenskaper i vommen, skulle modellen NorFor kunna skatta dessa som en fraktion från nuvarande differensberäkning av RF.

Introduktion

De analytiska metoder som används för att värdera foder utgör grunden för att modellen NorFor (Volden, 2011) skall fungera. I NorFor uppdelas fodret i följande fraktioner: fiber (NDF), råprotein (CP), stärkelse, råfett, fermentationsprodukter i ensilage och en restfraktion (RF). Den sista beräknas som skillnaden mellan totalen och övriga fraktioner. I NorFor antas RF i huvudsak bestå av lättlösliga kolhydrater (socker, pektin och β -glukaner). Sammansättningen har dock inte tidigare studerats och β -glukaner förekommer inte grovfoder. Det finns inga publikationer där man försökt kartlägga grovfodrets totala sammansättning utan man har sannolikt antagit att den oanalyserade fraktionen är försumbar. Detta är inte så märkligt med tanke på de svårigheter som är förknippade med att både analysera alla komponenter och att dessutom kunna göra det med stor noggrannhet.

Studien som finansierats av SLF (V1230037) och NorFor hade som mål att: a) kartlägga så stor del som möjligt av ensilagens och grönmassans sammansättning för att på så vis skatta sammansättningen av NorFor:s RF, b) kartlägga balansen mellan komponenter i grödan före och efter ensilering och c) undersöka möjligheten att skatta ensilagens sammansättning från grönmassans sammansättning.

Material och metoder

Torrsubbstansens (TS) sammansättning analyserades i 20 prover av grönmassa och motsvarande ensilage från vall av timotej, vitklöver, rödklöver samt från helsädesgrödor (HG) av vete, korn och majs som skördats vid två (vallgrödor) eller tre (helsädesgrödor) utvecklingsstadier och i en (helsädesgrödor) eller två (vallgrödor) skördar. Vallgrödorna förtorkades till en torrsubbstanshalt (TS) av ca 400 g/kg medan HG inte förtorkades och ensilerades i 1,7-l glasburkar i 60 dagar.

Analyserna omfattade TS, aska, råprotein (CP), råprotein i fiber (NDFCP), ammoniak (NH_4^+), RestCP beräknades som $(\text{CP} - \text{NDFCP} - \text{ammoniak-N} * 6,25)$, råfett, stärkelse, socker (WSC), pektin, organiska växtsyror (OA), fenoler och fermentationsprodukter (FP bestående av organiska syror och alkoholer från ensileringen). Ensilage-TS korrigerades för flyktiga förluster enligt Weissbach och Strubelt (2008a) och summan av aska, Rest-CP, NH_4^+ , aNDFom, råfett, WSC, pektin, stärkelse, fenoler, OA, och FP antogs utgöra provets TS.

Resultat

Grönmassa: genomsnittligt TS-innehåll i vallgrödorna vid skörd var 187 g/kg (variation 106–345 g/kg) och för HG 395 g/kg (151–757 g/kg). Klöver hade höga askhalter trots att de skördats manuellt och därmed borde innehålla minimalt med jordföroreningar. Råfett och lösliga fenoler var i genomsnitt för samtliga prover 20 respektive 2 g/kg TS och OA i genomsnitt 52 (61 om majs exkluderas) g/kg TS.

Ensilage: torrsubstans i de förtorkade vallensilagen var i genomsnitt 409 g/kg (variation 351–464 g/kg) och för direktensilerade HG 393 g/kg (153–811 g/kg). Ammoniak-N var i genomsnitt 75 g/kg total N. Andelen NDFCP var 11 % lägre (5–17 %) än för motsvarande grönmassor. Nivåerna av FP varierade mycket, som förväntat (medelvärde = 80 g/kg TS). Det högsta enskilda värdet (209 g/kg TS) hittades i majs med en TS-halt på 161 g/kg vid medelmognad. Totala OA i ensilagen var i genomsnitt 37 g/kg TS. Kina- + malonsyra utgjorde den största delen av OA följt av äppelsyra, citronsyra och bärnstenssyra.

Summan av analyter i proverna visas i tabell 1. I grönmassa utgjorde dessa 1003 g/kg TS (variation 889–1107 g/kg TS, SD = 57) där den lägsta totalsumman kom från ett vitklöverprov från sen andraskörd. Helsädsgrödorna hade högre totalsummor (1043 g/kg TS) jämfört med vallgrödorna (970 g/kg TS). I ensilage återfanns 963 g/kg TS (795–1019 g/kg TS, SD = 47) där det lägst värdet kom från samma vitklöver som ovan. Helsädsgrödorna hade högre totalsummor (980 g/kg TS) jämfört med vallgrödorna (949 g/kg TS).

Restfraktionen beräknad som summan av WSC, pektin, OA och fenoler var högre ($P < 0,001$) i vallproverna (214 g/kg TS) än i HG (138 g/kg TS) och lägre ($P < 0,001$) i ensilage (116 g/kg TS) än i grönmassa (236 g/kg TS). Stora skillnader uppträdde i WSC med bara 50 för ensilage från rödklöver till 740 g/kg RF för grönmassa från majs. Pektinandelen var högst för rödklöver i både grönmassa och ensilage. Andelen WSC + pektin var 700 g/kg RF (variationskoefficient = 19 %).

Förlust av WSC, pektin, OA, stärkelse, RestCP och aNDFom under ensileringen var 71, 44, 39, 19, 36 och 3 %, respektive. Klöver förlorade i genomsnitt 72 % av stärkelsen (20 g/kg TS), tidigt skördade vete 40 % och korn vid medelmognad 29 %. Förlust av enskilda OA, utom bärnstenssyra, var 38–55 %. Bärnstenssyra ökade istället kraftig i ensilaget, vilket visar att det i första hand är en förjäsningssyra. Vissa marginella ökningar sågs i aska (4 %), råfett (3 %) och total-N (2 %). Summan oredovisade TS-förluster var 40 g/kg TS. Ensilagets innehåll av aska, aNDFom, CP och råfett kunde skattas väl från innehållet i motsvarande grönmassa. Ammoniakhalten påverkades av gröda, CP- och TS-innehåll ($R^2 = 0,85$) att halten FP berodde på grödans TS- och WSC-innehåll ($R^2 = 0,80$) men att den bästa skattningen för FP erhöles som:

$$\text{FP} = 493 * e^{-0.005 * \text{TS}} \quad (R^2 = 0,89).$$

Tabell 1. Sammansättning av grönmassa och ensilage från vallväxter och helsädesgrödor

Form	Typ	Art	Aska	Råfett	aNDFom	N-fraktioner				Restfraktion					Tot.
						NH4 ⁺	NDFCP	RestCP	Stärkelse	WSC	Pektin	Fenoler	OA	FP	
Grönm.	Vall	Timotej	84	19	576		38	69		99	49	1.5	61	6	963
		Röklöver	131	28	304		52	161	28	63	175	2.3	80	11	984
		Vitklöver	128	27	285		21	193	28	78	154	2.0	59	10	965
	Helgröda	Korn	85	18	460		10	93	242	71	39	1.0	48	5	1061
		Vete	84	13	479		10	87	251	30	40	0.9	55	3	1043
Medel		Majs	58	9	510		11	59	61	240	73	1.3	7	6	1024
Max			96	20	435		25	112	116	96	90	1.5	52	7	1003
Min			177	30	613		64	220	402	314	185	2.6	98	12	1107
SD			53	7	252		9	38	12	17	36	0.7	5	3	889
			32	7	121		17	56	130	72	62	0.5	26	3	57
Ensilage	Vall	Timotej	91	22	582	2	14	87		61	30	3.2	36	63	977
		Röklöver	144	32	319	4	35	176	7	9	114	3.2	47	93	946
		Vitklöver	140	29	313	4	19	197	9	31	79	3.6	60	58	924
	Helgröda	Korn	88	19	434	2	9	96	228	19	28	1.4	23	70	1008
		Vete	87	12	465	1	10	83	222	28	28	1.4	20	37	986
Medel		Majs	64	8	520	1	8	60	48	12	33	1.7	25	174	946
Max			104	21	440	2	16	119	97	29	52	2.5	36	80	963
Min			187	40	635	5	43	231	430	140	124	4.2	81	209	1019
SD			54	6	275	0	7	56	3	1	3	0.6	14	5	795
			36	9	113	1	10	56	131	34	39	1.1	17	51	47

aNDFom = fiber extraherade med neutrala detergent, amylas och utan aska; NDFCP = råprotein i fiber (NDF); RestCP = råprotein-ammoniak (räknat som råprotein)-NDFCP; WSC = vattenlösligt socker; OA = organiska växtsyror; FP = fermentationsprodukter i form av syror.

Diskussion

Denna studie har bara omfattat några få vanligt förekommande grovfoderväxter i Sverige insamlade under ett år inom ett begränsat område runt Uppsala. Kraftfodermedel har inte ingått i denna undersökning men de som används i Sverige har normalt en sammansättning med en låg andel RF om inte WSC och pektin utgör en betydande del i kraftfodrets sammansättning.

Summan av analyter var nära 100 % av TS både för grönmassa och ensilage men intervallet 79,5 till 110,7 % var något oroande och pekar både på brister i analytisk precision och att sammansättningen för vissa prover inte fångades upp med de genomförda analyserna. Både WSC och pektin har hög nedbrytningshastighet och skulle därmed gemensamt kunna ingå i beräkningen av vombelastningsindexet (RLI) i modellen NorFor. Hur OA skall behandlas i detta sammanhang är dock mer osäkert.

Hur stor andel WSC och sannolikt också pektin, som återfinns i ensilage, beror på omfattningen av jäsningen som i sin tur är beroende av TS samt av hämmare av jäsningen, mm. Aska, aNDFom, råfett och total-N återfanns i stort sett till 100 %. Förjäsning av stärkelse antas i litteraturen vara försumbar under anaeroba förhållanden medan uppgifter om pektinförluster saknas. Andelen förlorad stärkelse och pektin var i denna studie i genomsnitt 9 respektive 44 %. Stärkelseförlusten i klöver var dock i storleksordningen 72 % men i HG bara 13 %.

Det finns fördelar med att kunna skatta ensilagens sammansättning från grödans sammansättning. Bland annat är uttag av representativa prover lättare i grönmassan och att vinterns foderplanering kan göras redan på sommaren. Resultaten från ensileringar i mini-silos i denna studie visar att aska, aNDFom, CP, råfett och ammoniak kunde skattas med tillfredsställande noggrannhet för praktiskt användning. Detta förutsätter dock att ingen aerob nedbrytning och att inga pressvattenförluster sker.

De viktigaste slutsatserna som kan dras från denna studie är att: a) sammansättningen av grönmassa och ensilage kunde beskrivas till nära 100 % med de metoder som användes i studien, b) RF bestod till 99 % av WSC, pektin och organiska växtsyror, c) inte bara WSC förbrukas under ensilering utan även pektin, OA och stärkelse och d) aska, aNDFom, CP och ammoniak i ensilage kan skattas från dess koncentrationer i grönmassan under goda förhållanden. Eftersom WSC och pektin tillsammans utgjorde ca 70 % av RF med en variationskoefficient på 19 % och rimligen kan bedömmas ha samma egenskaper i vommen, skulle det vara möjligt att reformera modellen NorFor så att dessa beräknas från nuvarande differensberäkning av RF.

Referenser

- Volden H. (2011) Overall model description I: H. Volden (red.). NorFor –The Nordic feed evaluation system. EAAP Publ. no. 130, Wageningen Acad. Publ., Wageningen, s. 23–26.
- Weißbach F. och Strubelt C. (2008) Correcting the dry matter content of grass silages as a substrate for biogas production. *Landtechnik* 63, 210–211a.

Beräkningsunderlag för dimensionering av plansiloväggar

H. von Wachenfelt¹, C. Nilsson¹, G. Östergaard², A. Olofsson² och M. Karlsson²

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Biosystem och Teknologi, Alnarp

²Abetong AB, Växjö

Korrespondens: hans.von.wachenfelt@slu.se

Sammanfattning

Projektets syfte var att ta fram exaktare underlag för dimensionering av plansilor, så att lantbrukarna får en produkt för säker lagring till rimligt pris. Resultaten visar att pressvattennivån varierar avsevärt mellan skördar inom gården på grund av väderlek och geografisk placering i Sverige. Medelvärdet av 24 maximalt uppmätta pressvattennivåer var 40 % av silohöjden. I en odränerad silo kvarstod pressvattennivån under lagringen. Pressvattennivån i silorna ökade väggtrycket två månader efter inläggning med ca 30 %, men pressvattennivåns inverkan på väggtrycket var endast statistiskt påvisbar 1 m från silobotten. Det statiska väggtrycket i botten av silorna uppgick till 16 kPa vid inläggning respektive 22 kPa en till fyra månader senare. Pressvattentrycket inverkade endast efter inläggning och samverkade inte med väggtrycket från packmaskinen vid inläggning. Den högsta dynamiska lasten var 17 kPa mot siloväggen och uppstod 0,5–1 m under ensilageytan då packningsmaskinen kördes 0,1 m från siloväggen. Vid inläggning i en 4 m hög silo uppstår det största momentet (moment = last * hävarm) från packningsmaskinen, medan ensilaget ger det största momentet för de lägre delarna av siloväggen efter inläggning. Det högsta momentet för en 4 m plansilo blev 21 respektive 15 % mindre än beräkningar gjorda enligt tidigare anvisningar. Studiens resultat används nu i ny svensk standard.

Introduktion

Plansiloväggar dimensioneras hållfasthetsmässigt huvudsakligen med hänsyn till de horisontalkrafter som uppkommer från ensilaget i samband med inläggning och förvaring. Dessutom måste de laster som packningsmaskinen ger upphov till medräknas. Vidare måste man ta hänsyn till den hydrostatiska lasten från pressvattnet. Storleken på den senare är helt beroende av högsta pressvattennivån. Detta tryck mot siloväggen blir detsamma som det vattentryck man skulle få om motsvarande vattenmängd fanns i silon. I samband med dimensioneringen av siloväggen och dess infästning i plattan kommer den uppskattade nivån på pressvattnet därför att få avgörande betydelse för utformning och materialmängder. Tidigare har i Sverige rekommendationer och anvisningar, JBR (SJV, 1995) tillämpats vid hållfasthetsdimensioneringen. Dessa gäller inte längre. De var dessutom framtagna att gälla för silor med väggar upp till ca 3 m. I dessa anvisningar anges att man, förutom lasten från själva ensilaget, skall räkna med ett tryck från pressvatten motsvarande det från vatten som har sin översta yta 1,5 m under maximal fyllningshöjd. Kravet på att man skall förutsätta denna höga pressvattennivå i samband med dimensioneringen baseras på mätningar gjorda i samband med inläggning i en silo med vägghöjden 2 m (Kangro, 1986). Det kan emellertid ifrågasättas hur generellt giltiga dessa mätvärden är. Effekten av denna tillskottslast har mindre betydelse vid lägre vägghöjd. Emellertid blir lasttillskottet avsevärt då vägghöjden blir uppåt 4 m eller mer. Erfarenheter från praktiken pekar dock på att trycktillskottet av pressvatten verkar vara överskattat. Avrinningen av pressvatten förefaller inte vara av denna storleksordning. En jämförelse med utländska anvisningar och forskningsresultat (SJV, 1995; Kangro, 1986; Martens, 1993; Negi och Jofriet, 1986) visar också att de svenska dimensione-

ringsanvisningar som tillämpas anger att man skall räkna med extremt höga laster. Projektets syfte var att ta fram exaktare underlag för dimensionering av plansilor, så att lantbrukarna får en produkt för säker lagring till rimligt pris. Målet med projektet var att bestämma fysikaliska egenskaper av betydelse hos ensilaget för horisontellt väggtryck och utvärdera maximalt förekommande pressvattennivå hos silor med en vägghöjd om 3 m eller högre. Resultaten har tjänat som underlag vid utarbetande av en reviderad svensk standard. Det slutliga målet var att minska investeringskostnaderna för plansilor.

Material och metoder

År 2010 utfördes pressvattenmätningar i 14 plansilor under 2 veckor. Året efter kombinerades pressvatten- och tryckmätningar i tio plansilor med en vägghöjd av 3 m eller mer på gårdar i Västergötland, Skåne och Öland under 1:a till 4:e skörd av förtorkat gräs- och majsensilage. Bestämning av pressvattennivån gjordes med hjälp av tumstock i vertikalt placerade stålrör och mätstege längs siloväggen. Mätningarna utfördes under inläggning av ensilage i silon och utsträcktes till ca 1–4 månader efteråt som ett resultat av föregående års mätningar. Genom att kombinera pressvatten- och tryckmätningar mot siloväggen under en längre tid efter inläggningen kunde förändringar av väggtrycket observeras över tiden. För att erhålla en förklaring på det horisontella väggtrycket och pressvattennivån registrerades packningsmetod, vikt hos packningsmaskinen, ensilagets ts-halt och snittlängd. Ett mätsystem användes för att mäta det horisontella väggtrycket mot siloväggen. Det bestod av två mätstegar med fyra lastgivare på varje. Dessa stegar placerades invändigt längs siloväggen från botten till silons övre del. Lastgivarna monterades vattentätt på mätstegen med 1,0 m intervall med start 0,05 m från silobotten. Den registrerade lasten då packningsmaskinen passerade betecknades som total last (Q_{tot}) och den registrerade lasten utan packningsmaskin i närheten betecknades som statiska lasten (Q_{stat}). Extralasten från packningsmaskinen (Q_{dyn}) är då: $Q_{\text{dyn}} = Q_{\text{tot}} - Q_{\text{stat}}$.

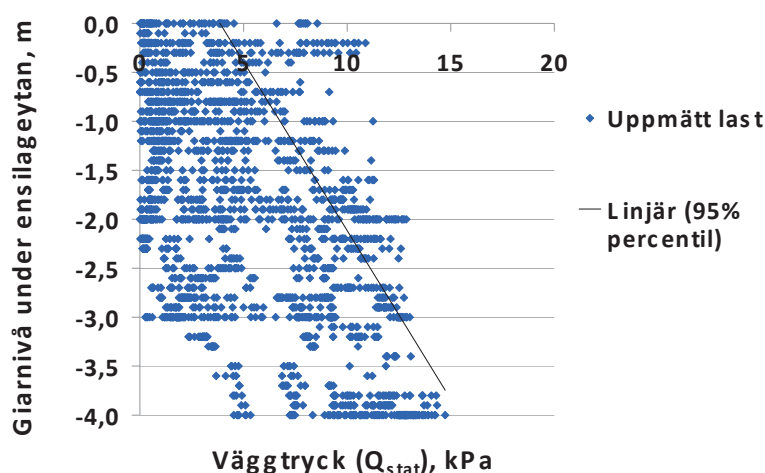
Resultat och diskussion

Pressvattenmätningar utfördes under två säsonger i totalt 24 silor. Under 2010 utökades undersökningstiden från 2 veckor till 3 månader i fem silor. I dessa fem silor ökade och omfördelades pressvattennivån under de tre första månaderna efter inläggning. Pressvattennivån kvarstod till 90 % i de öppnade silorna. I öppnade silor minskar nivån alltefter som ensilaget tas ut. Medelvärdet av pressvattennivån var 40 % av silovägghöjden för de 24 silor som ingick i 2010 och 2011 års mätningar. Den högsta nivån om 78 % registrerades i en silo. Den högsta dimensionerande pressvattennivån om 1,5 m efter inläggning, så som den anges enligt Kangro (1986), överskreds i fyra fall i silos med 3 m höga väggar och i tre fall för 4 m silohöjd. Giltigheten av de pressvattennivåer som anges av Kangro (1986) kan vara tveksamma vid jämförelse med resultaten i den aktuella studien, då Kangros mätningar endast utfördes under inläggningen av ensilage och inte omfattade efterföljande lagringsperiod.

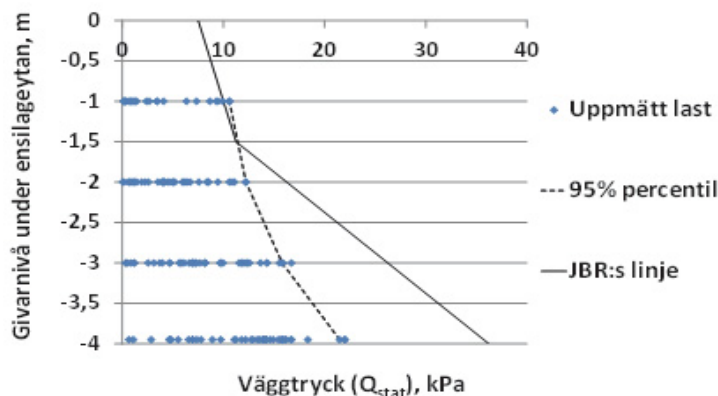
Mätresultat från fyra inläggningar av gräs- och majsensilage utgjorde basen för en total lastprofil för Q_{stat} . En trendlinje dragen genom 95 % percentilerna visar hur stor last siloväggen med 95 % sannolikhet minst blir utsatt för. Maximal Q_{stat} blev 16 kPa, vilket uppmättes på 4 m djup (figur 1). Den resulterande statiska lastprofilen vid inläggning i silorna (figur 1) överensstämde med Kangros (1986) mätningar, dvs. en linjär ökning av väggtrycket med djupet.

Vid beräkning av 95 % percentiler för Q_{stat} vid mätningar 1–4 månader efter inläggning (figur 2) påvisades att värdet var ca 30 % högre än Q_{stat} vid inläggning, orsakat av en högre pressvattennivå. Pressvattennivåns inverkan på väggtrycket var endast statistiskt påvisbar 1 m från silobotten. Resultatet visar att det hydrostatiska tryck som kan uppträda då ensilaget blir fullmättat av pressvatten blev lägre än vad som antagits i tidigare anvisningar JBR (SJV, 1995), förmodligen på grund av att pressvattnet är inneslutet mellan växtfibrer (figur 2).

Det högre statiska lastvärdet vid eftermätningarna låg inom samma tryckområde som erhållits vid mätningar av majsensilage i Canada för motsvarande silohöjd (Zhao och Jofriet, 1991).

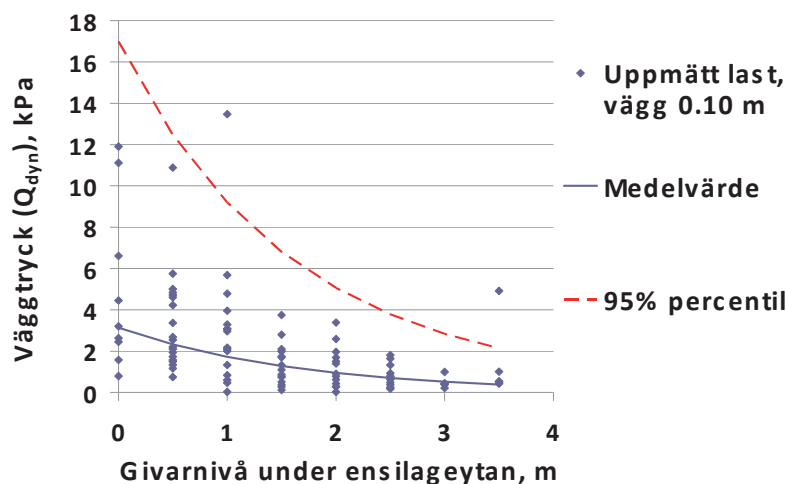


Figur 1. Samtliga statistiska lastprofiler från inläggningsskedet i silorna samlade i en figur ($n = 2\,543$), där en trendlinje dragits genom enskilda 95 % percentiler.



Figur 2. Samtliga statistiska lastprofiler uppmätta 1–4 månader efter inläggning från 7 silor samlade i en figur ($n = 151$), där en streckad linje dragits genom de enskilda 95 % percentilerna per givarnivå. Den heldragna linjen anger tidigare gällande dimensioneringsanvisningar i Sverige, JBR (SJV, 1995).

Av de olika lastprofilerna från packningsmaskin (Q_{dyn}) visade det sig att den med minst avstånd (0,1 m) till siloväggen gav högst värden. Lasten var som högst 0,5–1 m under ensilageytan för att sedan klinga av nedåt i ensilagemassan (figur 3). Lasten från packningsmaskinen uppförde sig likvärdigt vid inläggning av ensilage, från silobotten till dess att silon var fylld. Då silon är fylld utövar lasten från packmaskinen störst moment/påkänning (moment = last * hävarm) på siloväggen. En trendlinje dragen genom 95 % percentilerna visar hur stor last siloväggen med 95 % sannolikhet maximalt blir utsatt för, d.v.s. då lastvärdena befinner sig under linjen. Maximal Q_{dyn} enligt 95 % percentilen blev 17 kPa.



Figur 3. Uppmätta tillskottslaster (Q_{dyn}) vid passage av packningsmaskin på 0,10 m avstånd från silovägg. Den heldragna linjen anger medelvärde för uppmätta laster och den streckade trendlinjen 95 % percentil (n = 96).

Den dynamiska lastprofilens kraftiga minskning med djupet från ensilageytan överensstämmer med tidigare resultat (Kangro, 1986; Zhao och Jofriet, 1991). Även storleken på den maximala dynamiska lasten och dess utbredning enligt nuvarande undersökning verkar överensstämma med tidigare studier (Messer och Hawkins, 1977; Kangro, 1986; Zhao och Jofriet, 1991).

Referenser

- Kangro A. (1986) Load measurements in bunker silos for silage. *Swedish University of Agricultural Sciences, Department of agricultural buildings, Lund. Report 48.*
- Martens P. (1993) Die Neufassung der DIN 11622 – Gärfuttersilos und Gütterbehälter. Proceedings of the Symposium Concrete for a Sustainable Agriculture. BIBM, Cembureau, ERMCO, CIGR. Bologna, Italy 21–23 April 1993.
- Messer H.J.M. och Hawkins J.C. (1977) The loads exerted by grass silage on bunker silo walls. *Journal of Agricultural Engineering Research* 22(4), 327–339.
- Negi S.C. och Jofriet J.C. (1986) Computer-aided prediction of silo-wall pressures. ASAE. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 2(2) November 1986, St. Joseph, Michigan.
- SJV (1995) Jordbruksverkets Bygg Råd (JBR), Jönköping.
- Zhao Q. och Jofriet J.C. (1991). Structural loads on bunker silo walls: Experimental study. *Journal of Agricultural Engineering Research* 50, 273–290.

SLU

Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE) / Department of Crop Production Ecology Rapporter från institutionen / Reports from the department

- No.1. Pettersson C.G. (2006) Variations of yield and protein content of malting barley. Methods to monitor and ways to control. *Licentiate thesis, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences.*
- No. 2. Eckersten H., Noronha-Sannervik A., Torssell B. & Nyman P. (2006) Modelling radiation use, water and nitrogen in willow forest.
- No. 3. Christersson L. & Verwijst T. (2006) Poppel – Sammanfattning från ett seminarium vid Institutionen för Lövträdsodling, SLU, Uppsala, 15 mars 2005. *Proceedings from a Poplar seminar at the Department of Short Rotation Forestry, SLU, March 15 2005, Uppsala, Sweden.*
- No. 4. Christersson L., Verwijst T. & Man Amatya S. (2006) “Wood production in agroforestry and in short-rotation forestry systems – synergies for rural development”. *Proceedings of the IUFRO:s conference (session 12, 128) held in Brisbane, August 8-13, 2005.*
- No. 5. Hoogesteger J. (2006) Tree ring dynamics in mountain birch. *Licentiate thesis. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences.*
- No. 6. Eckersten H., Andersson L., Holstein F., Mannerstedt Fogelfors B., Lewan E., Sigvald R., Torssell B. & Karlsson S. (2008) Bedömningar av klimatförändringars effekter på växtproduktion inom jordbruket i Sverige.
- No. 7. Eckersten H., Karlsson S. & Torssell B. (2008) Climate change and agricultural land use in Sweden: A literature review.
- No. 8. Amiri A., Forkman J. & von Rosen D. (2009) A statistical study of similarities and dissimilarities in results between districts used in Swedish crop variety trials.
- No. 9. Forkman J., Amiri S. & von Rosen D. (2009) Konsekvenser av indelningar i områden för redovisning av försök i svensk sortprovning.
- No. 10. Fogelfors, H. *et al.* (2009). Strategic analysis of Swedish agriculture. Production systems and agricultural landscapes in a time of change.
- No. 11. Halling M.A. (2010) Sortval i ekologisk vallodling 2004–2009. Sortförsök i timotej, ängssvingel, rörsvingel, rörsvingelhybrid, engelskt rajgräs och rajsvingel.
- No. 12. Larsson S. & Hagman J. (2010) Sortval i ekologisk odling 2010. Sortförsök 2000–2009.
- No. 13. Larsson S. & Hagman J. (2011) Sortval i ekologisk odling, sortförsök 2004–2010. Sortförsök i höstvet, höstråg, rågvete, vårvete, vårkorn, havre, åkerböna, lupin, ärt och potatis.
- No. 14. Eckersten H. & Kornher A. (2012) Klimatförändringars effekter på jordbrukets växtproduktion i Sverige – scenarier och beräkningssystem. (Climate change impacts on crop production in Sweden – scenarios and computational framework)
- No. 15. Larsson S. & Hagman J. (2012) Sortval i ekologisk odling, sortförsök 2007–2011. Sortförsök i höstvet, höstråg, rågvete, vårvete, vårkorn, havre, åkerböna, lupin, ärt och potatis.
- No. 16. Larsson S. & Hagman J. (2013) Sortval i ekologisk odling 2013: sortförsök 2008–2012 .
- No. 17. Collentine D. *et al.* (2013) Consequences of future nutrient load scenarios on multiple benefits of agricultural production.
- No. 18. Nilsson-Linde N. *et al.* (2014) Vallkonferens 2014. Konferensrapport 5–6 februari 2014. Uppsala, Sverige.

I denna serie publiceras forskningsresultat vid Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet. Förteckning över tidigare utgivna rapporter i denna serie återfinns sist i rapporten och kan hämtas som pdf från <http://pub.epsilon.slu.se>

In this series research results from the Department of Crop Production Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. Earlier numbers are listed in the end of the report, and is available at <http://pub.epsilon.slu.se>

DISTRIBUTION

**Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för växtproduktionsekologi
Box 7043
750 07 UPPSALA
Tel. 018/67 10 00 (växel)**

**Marianne.Mattsson@slu.se
<http://www.slu.se/vaxtproduktionsekologi>**